REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

SHOUT
SHARE
IT

QK1
.R44
1895
v.7

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SEPTIÈME

Mo. Bot. Garden,
1898.

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4
—
1895

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

7

TOME SEPTIÈME

Livraison du 15 Janvier 1895

N° 73

LES INFLORESCENCES

EN BOTANIQUE DESCRIPTIVE

par **M. F. HY.**

(Deuxième Note).

INFLORESCENCES DE PASSAGE

Les objets naturels, quels qu'ils soient, sont toujours rattachés entre eux par des transitions qui empêchent de les répartir en catégories tranchées. Par suite, aucun mode de classification ne peut reposer sur des bases absolues; une telle séparation serait plutôt l'indice d'un groupement artificiel et arbitraire. Dans cet ordre de recherches, le critérium de perfection consiste à rapprocher les êtres d'après leurs affinités les plus évidentes, et à mettre ainsi en lumière, loin de les dissimuler, les formes de passage qui établissent entre eux une chaîne continue. Il serait injuste de rejeter une méthode uniquement à cause des cas exceptionnels qui ne peuvent se ranger dans ses cadres, — aucune d'ailleurs ne résisterait à l'épreuve — ; la meilleure n'est pas celle qui exclut les irrégularités, mais celle qui en admet le moins.

Dans le cas spécial des inflorescences, de pareilles transitions s'observent fréquemment entre les variétés généralement admises du type grappe : la vraie grappe passe au corymbe et à l'ombelle dans plusieurs *Spirea*, le capitule à l'épi dans de nombreux *Trifolium*, *Scabiosa*, etc.

Les deux caractères principaux sur lesquels nous avons établi notre division générale, c'est-à-dire la présence ou l'absence d'une prime-fleur, et la disposition alterne ou verticillée des pédoncules, sont, de même, sujets à varier, et dans certains cas on peut hésiter à les appliquer rigoureusement. Ces cas particuliers nous mettent en présence d'inflorescences de passage qu'il convient d'étudier de près ; les principaux types indiqués plus haut ressortiront mieux d'une comparaison qui montrera leurs relations réciproques.

1° Pour ce qui concerne la prime-fleur, on peut établir en règle générale qu'elle se montre d'autant plus nette que son insertion se trouve plus rapprochée de la base de l'inflorescence. Ainsi, dans la cyme et le dichase il n'y a presque jamais de difficulté pour la reconnaître : de même, le plus souvent, dans le cas de l'anthèle ou de la thyrsoïde à 2 ou 3 nœuds. Mais à mesure que les nœuds se multiplient le long de l'axe principal, et que la prime-fleur se trouve reportée plus haut, elle finit par perdre la plupart de ses caractères, et notamment celui qui la désigne le mieux d'ordinaire, son épanouissement avant toutes les fleurs voisines. Ainsi a-t-on pu voir une vraie grappe dans la botryoïde du *Berberis vulgaris*, où la prime-fleur existe pourtant, mais amoindrie et dissimulée tout au haut de l'axe; de même la thyrsoïde composée du Lilas a été souvent prise à tort pour une inflorescence indéfinie.

Une des causes principales d'incertitude tient à l'absence ou à la disparition des bractées axillantes. L'embarras s'accroît encore lorsque la prime-fleur est caduque ou s'atrophie complètement. Ce fait qui s'observe même chez les inflorescences courtes, telles que le dichase acéphale, est beaucoup plus fréquent lorsque l'axe principal est allongé et abondamment ramifié latéralement. A la limite on observe des cas tellement ambigus qu'il est presque impossible de décider s'il existe ou non une fleur terminale.

Plusieurs méthodes peuvent servir à résoudre la difficulté, et à établir la vraie nature définie ou indéfinie d'une inflorescence multinodale.

Les indications morphologiques sont les plus sûres ; il suffit souvent d'observer attentivement le long de l'axe l'insertion de chaque pédoncule latéral pour saisir le contraste offert par celui qui termine le groupe entier. Ce dernier est d'ordinaire dépourvu de tout appendice stérile, tandis que les pédoncules secondaires sont bractéolés. Lorsque ceux-ci sont ramifiés, une indication peut ressortir de leur mode de terminaison : y distingue-t-on des fleurs terminales de second degré, il y a motif de conclure, par analogie, à l'existence d'une fleur terminale de premier degré, surtout si l'on constate des passages insensibles.

Dans certains cas l'ordre d'épanouissement des fleurs peut encore servir. Sans doute ici la prime-fleur ne s'ouvre plus avant *toutes* les autres ; elle reste en retard notamment sur la plupart des latérales mieux favorisées par leur situation basilaire et recevant plus tôt l'afflux de la sève, mais, du moins, elle conserve encore quelque avance sur ses voisines immédiates. A ce signe on reconnaîtra presque toujours une inflorescence définie racémiforme d'une grappe véritable.

Enfin, pour atteindre au degré de probabilité suffisante, on n'oubliera pas d'appliquer ici le principe général de toute méthode d'observation, en considérant le plus grand nombre possible de ces inflorescences douteuses. Il n'est pas rare de constater sur quelques-unes une prime-fleur très nette, alors que sur la plupart des autres rien ne paraît distinct. La comparaison gagnera même à s'étendre jusqu'aux espèces voisines, tant les caractères dont il s'agit montrent de conformité dans chaque groupe naturel.

2° L'alternance ou l'opposition des pédoncules sont également sujets à varier dans les limites d'une même inflorescence. On sait avec quelle facilité les cycles foliaires se modifient le long de la tige, depuis les cotylédons jusqu'aux pièces florales. Il est fréquent de voir un pareil changement se produire brusquement à l'endroit où cesse l'appareil proprement végétatif. Ainsi, dans le Marronnier d'Inde, les premières bractées sont alternes alors que les feuilles inférieures sont décussées. Parfois, cependant, le passage s'opère seulement après les premiers nœuds de l'inflorescence, comme dans le *Verbena officinalis*, de façon que l'on ait un épi débutant comme un thyrse spiciforme. De même, dans beaucoup d'Erables, la thyrsoïde basilaire se termine en anthèles de formes variées.

Il semble toutefois que, dans la plupart des cas ambigus de cette nature, il est facile de se fixer. L'on est induit à considérer la disposition *du sommet* de l'inflorescence comme celle qui lui convient en propre, surtout quand elle s'y maintient constante jusqu'au bout. On peut d'ailleurs, dans la pratique, se tirer d'affaire en appliquant ce principe au moins comme règle conventionnelle.

Si de ces indications générales et théoriques nous passons à l'application, il est facile de constater entre les divers types d'inflorescence les transitions les plus variées qui les relient les uns aux autres en une sorte de réseau naturel.

Passages des inflorescences définies aux indéfinies

Nous avons vu la difficulté de distinguer la prime-fleur dans la plupart des inflorescences définies abondamment ramifiées. Aux cas déjà cités du *Berberis* et du Lilas on pourrait ajouter de nombreux exemples ; bornons-nous aux suivants :

1. DE L'ANTHÈLE A LA GRAPPE

Campanula Boloniensis. Il est très rare que dans cette espèce la prime-fleur soit distincte. On reconnaît cependant une botryoïde par la comparaison avec les autres espèces du genre et à l'évolution mixte des fleurs à partir du tiers inférieur de l'axe général.

Dans les longues inflorescences plusieurs fois ramifiées des *Mackleya cordata*, *Lagerstrœmia indica*, etc., les fleurs terminales ne sont également évidentes qu'au sommet des rameaux de 2e ou 3e ordre.

Plusieurs Corymbifères (*Solidago canadensis*, *Artemisia*, etc.), montrent aussi des inflorescences très vastes et allongées qui diffèrent des précédentes uniquement parce que les derniers pédoncules portent des calathides au lieu de fleurs simples. On reconnaît aussi dans l'ensemble des botryoïdes composées, beaucoup mieux caractérisées dans la plupart des espèces voisines telles que *Solidago Virga aurea*, *Tanacetum*, *Achillea*.

2. DE LA THYRSOÏDE AU THYRSE.

Beaucoup d'Oléacées (*Ligustrum*, *Fontanesia*, *Fraxinus Ornus*), les *Viburnum*, *Hydrangea*, présentent l'aspect indéfini signalé dans le Lilas; suivant les espèces, la prime-fleur est souvent visible (*Ligustrum vulgare*) ou, au contraire, indistincte et même caduque (*Ligustrum sinense*).

Les trithyrsoïdes composées de l'*Alisma Plantago* sont également loin d'être toutes comparables entre elles ; sur certaines, la fleur terminale apparaît nettement, tandis que la plupart du temps elle est à peine indiquée.

Passages des inflorescences mixtes aux cymes

On conçoit aisément comment s'opère cette transition, par la disparition des pédoncules latéraux qui existent régulièrement dans les premières au-dessous de la prime-fleur.

Les thyrsoïdes, comme les anthèles, possèdent, on le sait, des nœuds en nombre très variable ; ce nombre peut diminuer progressivement jusqu'à se réduire à un seul, c'est-à dire jusqu'à donner un véritable dichase.

1. DE L'ANTHÈLE A LA SCORPIOÏDE.

Le *Linum usitatissimum* et plusieurs espèces congénères possèdent une anthèle binodale composée qu'il est facile de confondre

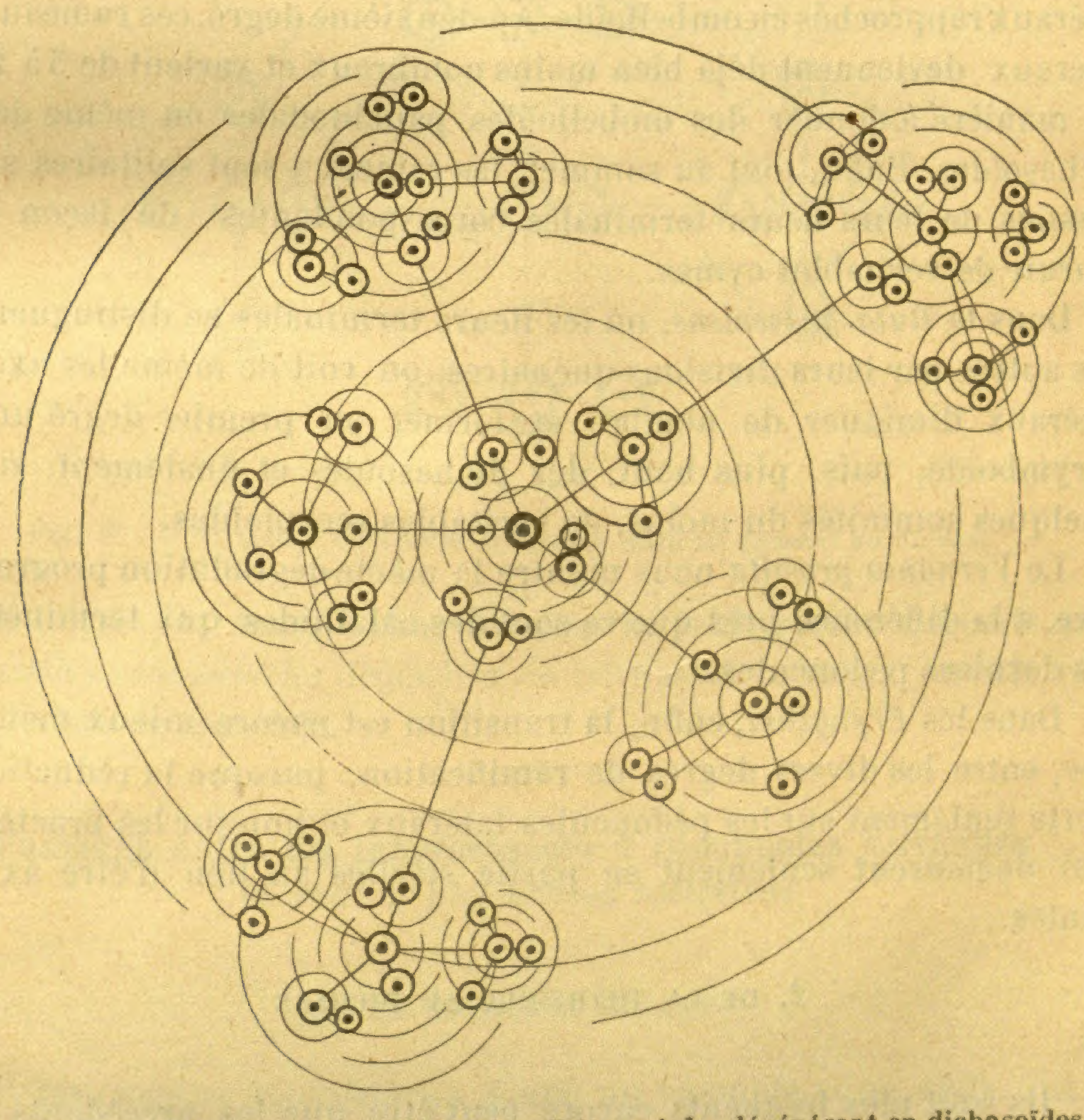


Fig. 1. — Anthèle composée de *Spirea Filipendula*, dégénérant en dichasoïdes et en cymes aux degrés supérieurs.

au premier aspect avec une vraie cyme. Comme dans cette dernière, effectivement, tous les pédoncules floraux sont oppositifoliés. Seulement on peut remarquer que les nœuds fertiles sont régulièrement séparés par des nœuds stériles, c'est-à-dire portant une bractée sans fleur. De cette série alternative il faut conclure que chaque prime-fleur est insérée en fait au deuxième nœud d'une courte inflorescence dont le premier nœud est, par avortement, dépourvu de son pédoncule axillaire. Il s'agit donc réellement d'une anthèle binodale mais *uniflore*, dont l'aspect se rapproche de celui d'une scorpioïde assez pour que la confusion ait été très générale.

Les exemples les plus fréquents résultent de l'amoindrissement éprouvé par les anthèles composées à leurs degrés supérieurs.

L'inflorescence des *Spirea Filipendula* (fig. 1) et *Ulmaria* présente à sa base au dessous de la prime-fleur de nombreux rameaux latéraux rapprochés en ombelloïde. Au deuxième degré, ces rameaux latéraux deviennent déjà bien moins nombreux et varient de 5 à 2, de manière à donner des ombelloïdes paucinodales ou même des dichasoïdes. Enfin, tout au sommet, les rameaux sont solitaires au dessous de leurs fleurs terminales correspondantes, de façon à fournir de véritables cymes.

Dans le *Ruta graveolens*, où les fleurs terminales se distinguent des autres par leurs divisions quénaires, on voit de même les axes latéraux diminuer de nombre et former au premier degré une corymboïde, puis, plus haut, des dichasoïdes et finalement, sur quelques sommités du moins, de véritables scorpioïdes.

Le *Vernonia prœalta* nous montre la même dégradation progressive, à la différence près que ce sont des calathides qui terminent les derniers pédoncules.

Dans les *Eryngium*, enfin, la transition est encore mieux ménagée, entre les divers degrés de ramification, puisque la réduction porte seulement sur les pédoncules latéraux et non sur les bractées qui demeurent seulement en partie stériles au lieu d'être axillantes.

2. DE LA THYRSOÏDE AU DICHASE

Ils sont plus fréquents encore peut-être que les précédents et produits sous l'influence des mêmes causes : dans la même espèce, on peut observer l'un ou l'autre de ces groupes floraux, suivant que les inflorescences sont exubérantes ou appauvries.

L'*Abelia rupestris* en fournit un exemple très clair. L'inflorescence normale est un dichase ramifié au troisième degré, dont la prime-fleur peut être soumise à des influences inverses. Par amoindrissement cette fleur terminale peut disparaître laissant le dichase acéphale. Au contraire, sollicité par une nourriture plus abondante, son pédoncule peut se ramifier donnant ainsi naissance à une petite thyrsoïde centrale.

Des variations analogues dans le nombre des nœuds au-dessous de la prime-fleur s'observent dans les *Hypericum pulchrum*, et beaucoup de Caryophyllées, telles que *Silene nutans* (fig. 2).

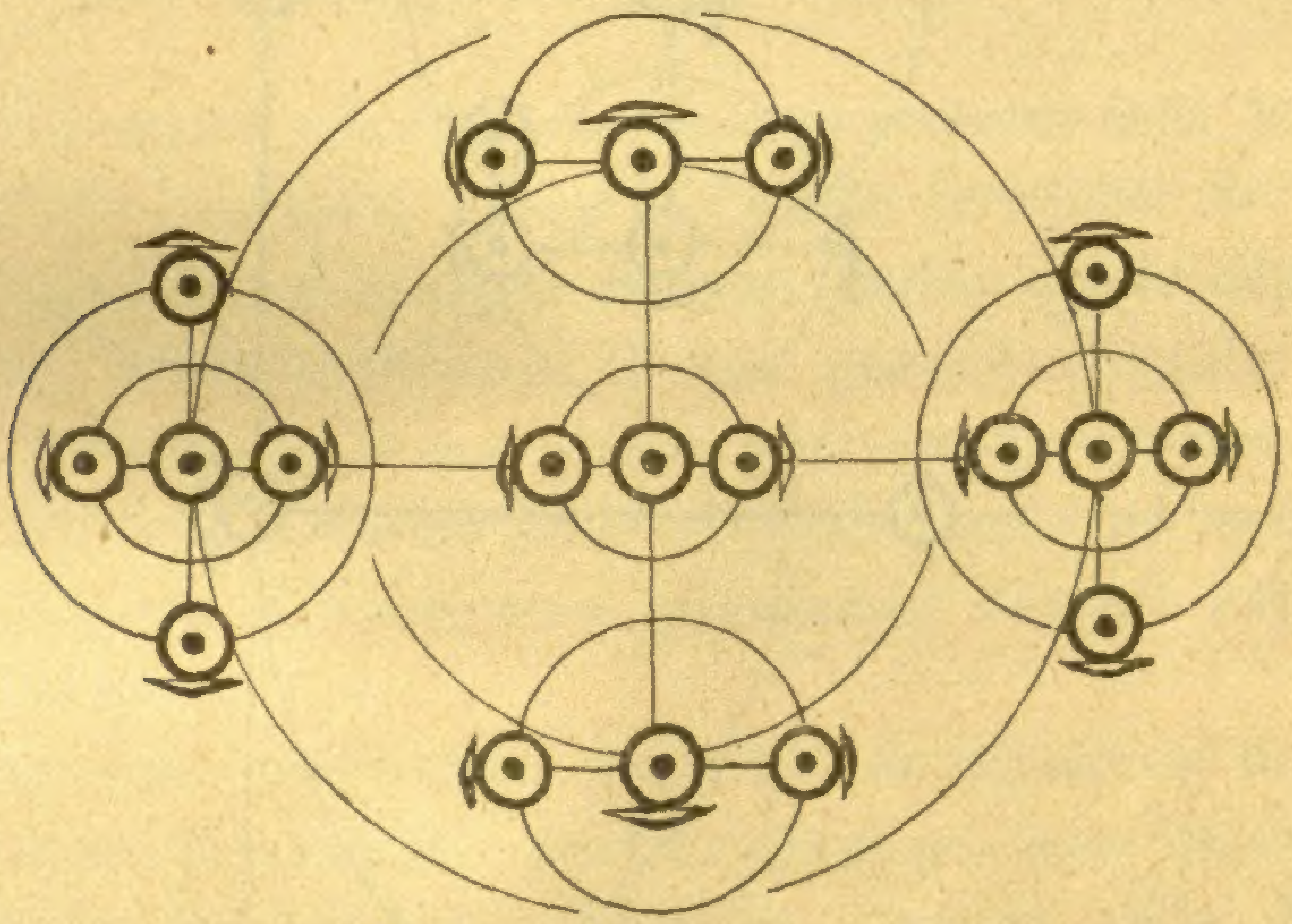


Fig. 2. — Thyrsoïde composée de *Silene nutans*, passant au dichase.

Il n'est pas rare, enfin, de voir la trithyrsoïde normale de l'*Alisma ranunculoides* dégénérer en trichase à rameaux sessiles et subdivisés en ombelles.

Passages entre les inflorescences à pédoncules verticillés et ceux à pédoncules solitaires

1. DE THYRSE A GRAPPE

1° Le *Coriaria myrtifolia* en donne un exemple aussi clair que le *Verbena officinalis* cité plus haut. On y observe même que les inflorescences tardives sont entièrement grappes.

Dans le *Staphylea Colchica* le premier nœud porte seul deux pédoncules opposés ; ils sont alternes au-dessus. A n'en pas douter, tous ces cas, et d'autres qui ne sont pas rares dans la famille des Sapindacées, doivent être rattachés à la grappe plutôt qu'au thyrse. Le système foliaire décussé dans toute la partie inférieure de la tige passe à l'alternance sur les sommités fleuries, seulement le changement ne s'opère pas ici brusquement au premier nœud florifère. De même dans beaucoup de *Veronica*, quelques feuilles florales se maintiennent opposées ou subopposées à la base des grappes, comme pour ménager la transition avec les feuilles végétatives.

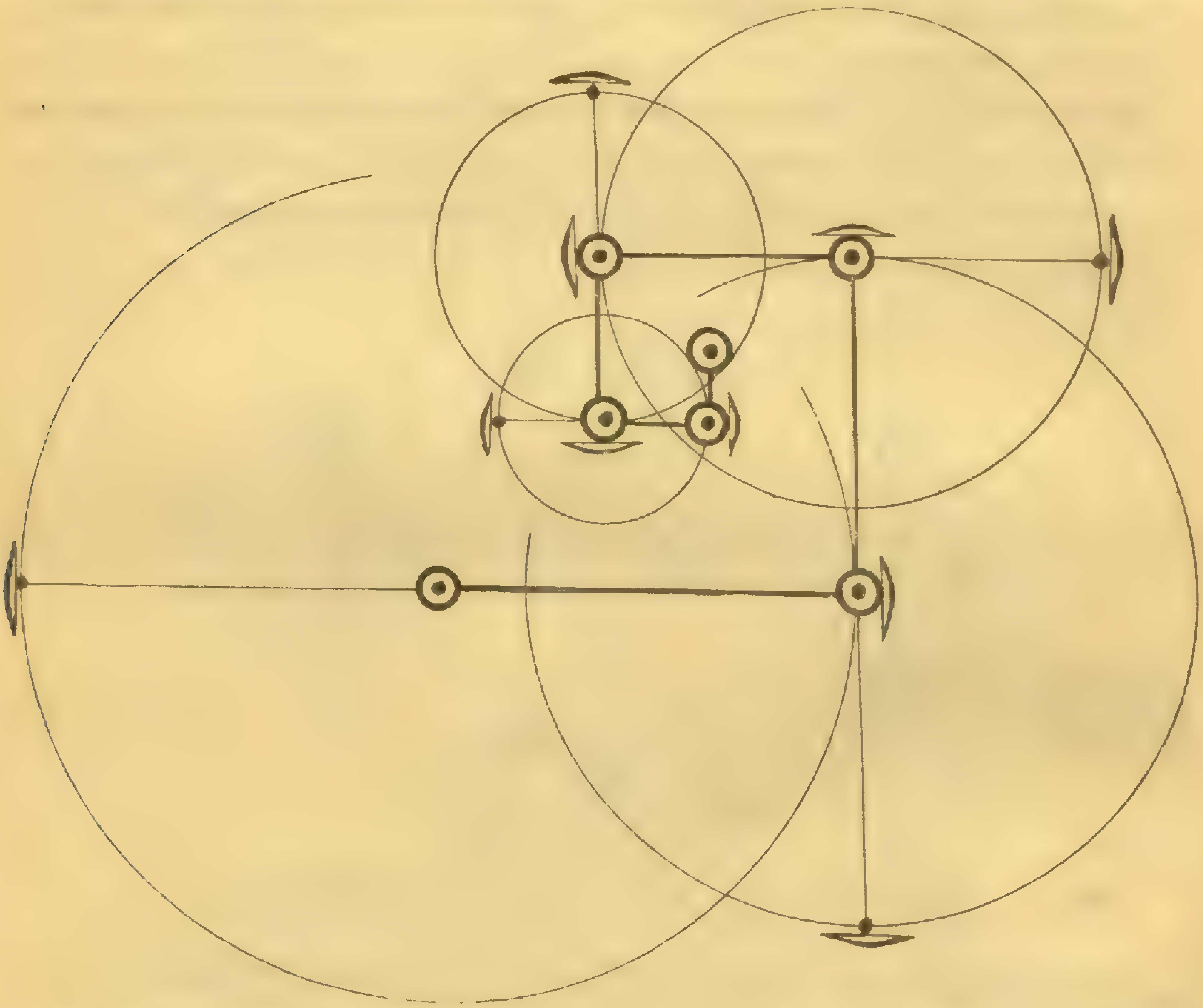


Fig. 3. — Dichase unilatéral simulant une hélicoïde, sur une branche latérale du thyrsoïde de l'*Hypericum perforatum*.

2° Des cas plus ambigus nous sont offerts par les *Euphrasia*, *Odontites*, *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum Salicaria*, que l'on peut désigner sous le nom de *thyrso-grappes*. Il est remarquable que la constance du thyrse y est beaucoup plus grande lorsque les feuilles sont franchement décussées. Si elles se montrent accidentellement ternées ou quaternées, le verticille est moins stable, et les pédoncules ont une tendance marquée à passer plus tôt à l'alternance.

2. DE THYRSOÏDE A ANTHÈLE.

Citons seulement l'exemple des *Phlox*, dont les rameaux décussés à la base, comme les feuilles caulinaires, deviennent alternes dès le deuxième ou troisième nœud, avec une divergence désormais constante de 2/5. Nous avons encore ici une botryoïde véritable, quoique mal caractérisée à son début.

3. DE DICHASE A CYMES.

Cette importante question ne pourra recevoir tout le développement qu'elle comporte qu'après l'étude préalable de certaines causes de variation d'ordre secondaire, telles que le déplacement des bractées. Alors seulement il sera possible d'établir comment les cymes, notamment la scorpioïde, dérivent du dichase.

Pour le moment bornons-nous à signaler certaines modifications de cette dernière inflorescence présentant l'aspect extérieur de cymes unipares.

1° L'*Hypericum perforatum* possède une thyrsoïde de dichases qui deviennent incomplets, parfois dès le premier degré, par disparition d'une des branches latérales. Comme cette disparition affecte les rameaux suivant une spirale continue, le rameau unilatéral persistant simule le faux axe d'une héliçoïde, au point d'avoir fait illusion à nombre de naturalistes. Ainsi Bœhrens cite comme exemple typique de cyme le cas de l'*Hypericum* en question (1).

On reconnaîtra l'erreur aux signes suivants : les bractées sont ici opposées et non isolées ; la divergence des rameaux est marquée par la fraction 1/4, comme dans les thyrsoïdes ou dichases unilatéraux (fig. 3) ; enfin, certains dichases, parmi l'ensemble, demeurent, au moins partiellement, réguliers et polysymétriques.

2° Un aspect tout différent résulte de l'antidromie des rameaux unilatéraux, telle qu'on peut l'observer dans l'*Euphorbia Lathyris.* L'inflorescence débute également par une thyrsoïde ramifiée en dichases. Mais les branches, en devenant de plus en plus inégales, donnent par la prédominance de l'une d'entre elles un faux-axe, suivant la spirale 1/4, avec changement de sens à chaque degré ; d'où résulte pour l'ensemble une apparence scorpioïde.

---

(1) Methodische Lehrbuch der Botanik, 1882.

Dans le *Petunia nyctagynifolia* un faux-axe analogue avec feuilles opposées apparaît d'emblée au-dessus de la prime-fleur, alors que les feuilles du bas de la tige sont alternes (fig. 4).

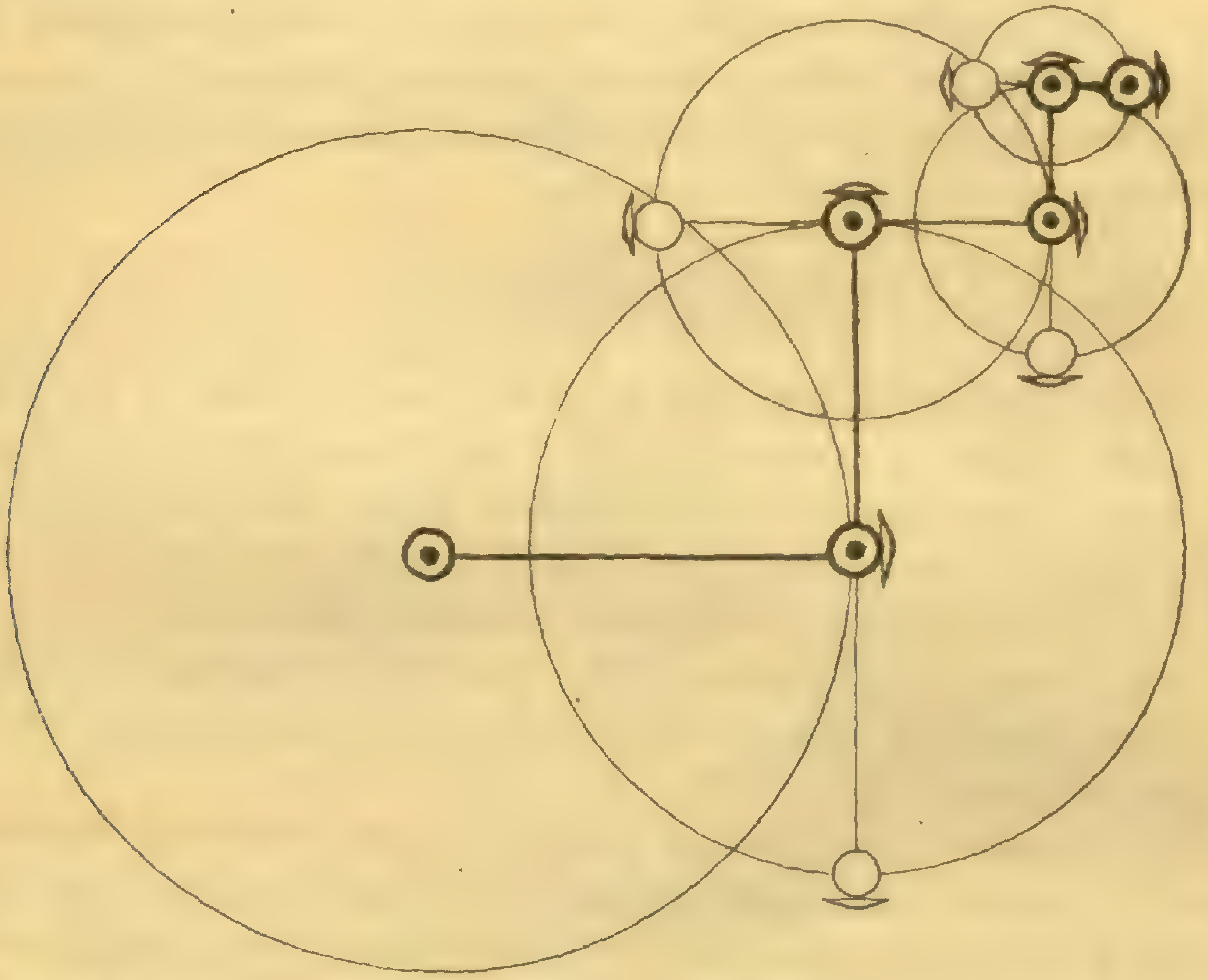


Fig. 4. — Dichase unilatéral antidrome, ayant l'aspect d'une scorpioïde, de *Petunia nyctagynifolia*.

Les Calcéolaires diffèrent seulement en ce que le rameau latéral raccourci alternativement à droite et à gauche porte une fleur solitaire. L'inflorescence figure ainsi une sorte de scorpioïde avec pédoncules géminés à chaque nœud.

Enfin, le *Centranthus ruber* montre une dégénérescence semblable, mais plus accentuée, dans les dichases contractés de son thyrse terminal ; car l'une des deux branches avorte complètement au lieu d'être seulement diminuée. La disposition décussée des bractées reste donc ici le seul caractère qui puisse empêcher la confusion avec une véritable scorpioïde.

(A suivre).

ACTION DE L'EAU DU SOL
SUR LA VÉGÉTATION

Par M. Edmond **GAIN**.

L'eau est à la fois un aliment et un adjuvant dans les phénomènes du développement des plantes (1). Sa plus ou moins grande abondance influe sur les rendements dans des proportions considérables. La comparaison des récoltes à la suite des années sèches et des années humides en fournit, en effet, des exemples nombreux et saisissants ; aussi, faut-il admettre que l'eau exerce non seulement une action directe sur la plante en tant que partie constituante du protoplasma, mais encore une action fertilisante sur le sol. Nous montrerons dans ce Mémoire quelles sont les conséquences biologiques importantes qui résultent de la quantité variable d'eau se trouvant à la disposition de la plante, et nous ferons voir quels sont les différents modes d'action de l'eau du sol sur la végétation.

L'eau qui est utilisée dans la végétation provient de l'atmosphère, mais son action se produit surtout par l'intermédiaire du sol.

La quantité d'eau utile à la plante dépend d'un grand nombre de propriétés physiques et chimiques de la terre arable, de l'état de l'atmosphère et de la nature du sous-sol. Tel sol a des propriétés bien différentes suivant que l'eau qu'il perd par évaporation peut être remplacée par l'eau qui monte par capillarité du sous-sol, et suivant que l'eau d'infiltration peut suffire aux déperditions dues à la trop grande perméabilité. Autrement dit, la quantité d'eau qui restera à chaque instant dans la couche de terre explorée par les racines sera la seule que nous ayons à considérer : elle sera très différente suivant la nature chimique et physique du sol.

---

(1) Liebig : *Chimie organique appliquée à l'agriculture* (1840).

L'étude du régime des eaux dans la couche arable est du domaine de la météorologie et de la physique du globe; au contraire, les rapports qui existent entre la plante et l'eau contenue dans sa zone d'alimentation font partie des recherches biologiques et sont d'application immédiate à la physiologie végétale, à l'agriculture, à la géographie botanique. C'est ce dernier sujet que nous allons traiter.

Pour examiner le rôle physiologique de l'eau du sol sur la végétation, nous aborderons successivement les points suivants :

1. Quantité d'eau contenue dans le sol arable.
2. Action physique et chimique de l'eau sur les substances que la plante puise comme aliments dans le sol.
3. Conséquences biologiqnes de la sécheresse ou de l'humidité du sol.

I. Quantité d'eau contenue dans le sol arable.

La quantité d'eau perdue ou gagnée par la couche arable est bien loin de correspondre aux quantités de pluies tombées ou évaporées. Le sous-sol est un réservoir qui, non seulement peut absorber les excédents d'humidité du sol dans les temps de grande pluie, mais aussi lui fournit l'eau dans les époques de grande sécheresse (1). Des expériences plus anciennes, faites par M. Pagnoul (2) à la station agricole du Pas-de-Calais, ont donné des chiffres précis sur cette question.

Mais on se fait aussi ordinairement une idée peu exacte de l'importance d'une pluie pour modifier la teneur du sol en eau.

Maurice, de Genève, a trouvé que l'évaporation enlevait dans cette localité les 0,61 de la pluie tombée, Gasparin a calculé pour Orange le chiffre de 0,88. Il ne restait donc d'après lui que 12 p. 100 de l'eau tombée. M. Pagnoul a trouvé 4095 litres d'eau dans la couche arable d'un are, après quarante jours de sécheresse (avril-mai). Après les pluies abondantes de septembre et d'octobre, cette proportion ne s'élevait qu'à 8580 litres pour le même terrain. On voit par ces chiffres qu'en réalité, dans la nature, les sécheresses excessives ne font que diminuer l'eau dans la proportion de moitié. Cette remarque est importante à rapprocher des conditions dans lesquelles ont eu lieu nos expériences : nous avons pu conserver en permanence une humidité qui était sensiblement dans les sols secs et dans les sols humides comme 1 est à 2, et même parfois comme 1 est à 4.

---

(1) Dehérain : Comptes Rendus Ac. Sc. 1893.

(2) Pagnoul : Ann. Agron., t. VII. Bull. météorologique du Pas-de-Calais, 1880.

Etant donné une certaine quantité d'eau dans une couche arable, on sait par l'expérience qu'elle ira en diminuant par suite de la dessiccation.

Schübler a étudié ce phénomène physique. Il a calculé pour divers sols le rapport du poids d'eau qu'ils perdent par évaporation au poids d'eau maximum dont ils peuvent se charger. Il a pu dresser ainsi des courbes indiquant l'abaissement très accusé du taux d'humidité près de la surface du sol. En se desséchant, la terre se recouvre d'une sorte de croûte peu perméable qui lui permet de conserver son approvisionnement d'eau.

Quand l'air extérieur détermine une active évaporation (air sec, chaud, agité), la croûte peut se produire alors que l'humidité de la terre est encore considérable. Or, dans l'air calme et humide, il ne se forme pas de croûte, on voit donc que celle-ci n'apparaît qu'à la suite d'une rapide évaporation.

La présence de l'eau a souvent pour effet de tasser et de rapprocher les éléments des sols, et il est prouvé (1) que le sol tassé perd plus d'eau par évaporation que le sol meuble, parce que les espaces capillaires étant plus fins, amènent plus facilement à la surface l'eau contenue dans les couches profondes.

Le sol tassé a une plus grande capacité pour l'eau que le sol meuble et il est en même temps moins perméable. Bien d'autres facteurs viennent encore modifier le coefficient. L'évaporation, par exemple, est influencée par la température et la vitesse du vent. On a trouvé qu'il y avait une relation entre la vitesse du vent et la quantité dont l'évaporation réelle excède l'évaporation théorique.

Le principal obstacle à la perte d'eau est l'hygroscopicité. On sait en effet que la terre exerce une certaine attraction sur l'eau et empêche l'eau de saturer l'air. Cette attraction moléculaire varie suivant la grosseur des particules, elle est plus forte d'après M. Schlœsing (1) pour les terres fines où la tension de vapeur est minimum : Le taux hygroscopique d'une terre diminue quand la température augmente et croît avec la tension de la vapeur d'eau dans l'air ambiant. Nous verrons qu'au point de vue physiologique la grande variabilité de l'hygroscopicité des sols est un fait remarquable.

---

(1) Wolny : *Untersuchungen über die physikalischen Eigenschaften des Bodens im dichten und im locheren Zustande*. Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik ; t. V.

L'eau intervient dans la quantité de chaleur emmagasinée par la terre. D'après Gasparin, la différence de température observée à la surface d'un sol sec et d'un sol humide peut atteindre 7° environ.

Ainsi que je l'ai démontré (2), la température du sol n'est pas fonction exclusivement de la température de l'air.

La température de la terre, d'après M. Masure (3), se rapproche d'autant plus de la température de l'air qu'elle contient plus d'eau. Pendant le jour, la terre dépasse l'air de 15° à l'état sec, de 5° à 1/2 saturation, de 1°5 à saturation; à l'état sec, la terre reste plus chaude que l'air de 8 heures du matin à 9 heures du soir; à 1/2 saturation de 8 h. m. à 6 h. soir; à saturation de 10 h. du matin à 3 h. du soir. En moyenne, pendant le jour, la terre n'est pas plus chaude que l'air quand elle est saturée d'eau. Elle la dépasse de 4° à 1/2 saturation et de 10° quand elle est sèche.

D'autre part, Wolny (4) a montré que la conductibilité thermique d'un sol augmente avec la proportion d'eau qu'il renferme.

Non seulement cette eau agit sur la conductibilité de la masse, mais elle influe encore sur la quantité de chaleur absorbée par la couche superficielle et sur la quantité de chaleur perdue par rayonnement.

On conçoit d'après ces données combien l'humidité plus ou moins forte du sol peut retentir sur sa température et, par suite, influencer la végétation des racines.

---

(1) Schlœsing : Encycl. chim.

(2) Edmond Gain : *Précis de chimie agricole*.

(3) Masure : *Sur l'échauffement et le refroidissement des terres arables*. Annales agronomiques, 1883.

(5) Wolny : *Influence exercée par l'état de la surface du sol sur son degré d'humidité et sa température*. Biedermann Centralblatt, 10e année, f. IV. — Ann. Agron. 1883, p. 279.

II. Action physique et chimique de l'eau sur les substances que la plante puise comme aliments dans le sol

L'eau elle-même est un des principaux aliments de la plante, mais elle intervient en même temps sur les substances chimiques que la plante doit absorber. Grâce à elle, les principes fertilisants sont mobilisés, dissous et entraînés dans le courant d'absorption. Le sol est en outre le siège de plusieurs phénomènes importants, qui sont influencés par la plus ou moins grande abondance de l'eau.

En premier lieu se placent les phénomènes d'oxydation occasionnés par l'aération du sol.

Les sols trop humides manquent d'oxygène et par suite peuvent empêcher la respiration des racines. L'absorption de l'ammoniaque atteint sa plus grande activité lorsque sa tension dans la terre est nulle (1). Cette condition est réalisée lorsque la terre est humide et que la nitrification y fait disparaître l'ammoniaque à mesure qu'il est absorbé. Quand la terre est sèche, la nitrification y est suspendue, la majeure partie de l'ammoniaque absorbé s'y conserve et y détermine un accroissement continu de la matière ammoniacale. L'absorption de l'ammoniaque par le sol va donc en diminuant. Ainsi la sécheresse retarde la fixation d'ammoniaque dans le sol et l'humidité la favorise.

D'après M. Schloesing, une terre sèche peut seulement fixer par hectare 12 kil. 7 par an, tandis que la même terre humide fixerait 63 kil. d'ammoniaque.

D'autre part, l'activité des microorganismes inférieurs est variable suivant l'humidité, ainsi qu'il résulte des recherches de J. Soyka (2) sur la levure de bière, de MM. Schloesing et Müntz sur le ferment nitreux, et de mes propres travaux sur les nodosités produites par le *Rhizobium leguminosarum*.

M. Soyka a trouvé que la fermentation est ralentie avec la diminution progressive de l'humidité et même suspendue à un certain degré minimum.

---

(1) Schloesing : Comptes Rendus, 1890, p. 504.

(2) Soyka : *Sur l'activité vitale des microorganismes à différents degrés d'humidité du sol.* — Ext. de Wollny's Forsch. a. d. Job. d'Agric. physik. 1885, vol. 8.

Comme l'a indiqué M. Wolny (1) la décomposition des matières organiques augmente avec le degré d'humidité à condition que le libre accès de l'air dans les pores de la substance ne soit pas empêché. Il en résulte que la décomposition augmente et ensuite diminue quand on dépasse un certain degré d'imbibition qui à ce moment-là est aussi très nuisible à la respiration des racines.

D'après M. Emile Marchal (2) les conditions optima pour l'activité des microbes ammonisant comprennent aussi un certain optimum d'aération et d'humidité. On sait que le ferment nitreux et le ferment nitrique ne travaillent que dans les sols aérés et humides et comme les nitrates sont une des sources importantes de l'alimentation azotée de la plante, on conçoit l'importance de l'eau pour la fertilisation du sol.

Des expériences directes de MM. Müntz et Schlœsing (3), de M. Dehérain (4) établissent directement cette action de l'eau. Ce sont les expériences citées ci-dessus qui m'ont suggéré l'idée de rechercher si l'influence du milieu retentit aussi sur les tubercules à bactéries des Légumineuses, phénomène intervenant aussi comme on le sait dans la fixation de l'azote.

Des cultures expérimentales, faites pendant trois années au champ d'expériences du laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ont porté sur *Pisum sativum* L., *Lupinus albus* L. (deux variétés), *Faba vulgaris* L. (5).

Sur un sol riche en sable calcaire de Fontainebleau bien ameubli, on a tracé à deux mètres d'intervalle deux lots de carrés ayant quatre mètres de côté. Les semis ont été faits de part et d'autre au moyen de graines du même lot et sensiblement de même poids.

Après avoir, par un arrosage égal, assuré la levée des semis, on a ensuite cessé complètement l'arrosage dans l'un des lots, de sorte que la partie superficielle du sol est restée dans celui-ci, pendant le mois de mai 1893, où les pluies ont été très rares, à un taux de 4 à 5 p. 100 d'eau à 10 cm. de profondeur.

Au contraire, on a pratiqué dans l'autre lot un arrosage tel que le sol maintenu humide est resté continuellement presque saturé d'eau (15 p. 100) environ jusqu'à une profondeur de 0 m. 20 à 0 m. 30.

---

(1) Wolny : *Décomposition des matières organiques*, 1887. Ann. agron., p. 286.

(2) Emile Marchal : *Production de l'ammoniaque dans le sol.*

(3) Schlœsing et Müntz : Comptes Rendus, t. CX, CIX, CXIII, CXII. An. agron., t. XVI, p. 15. Encyclop. chim., t. X.

(4) Dehérain : An. agron., 1888, t. II, p. 298.

(5) Edmond Gain : Comptes Rendus, 12 juin 1893.

Les sols non arrosés, desséchés par l'évaporation jusqu'à une profondeur de 0m,10, ne pouvaient recevoir qu'une faible quantité d'eau venant du sous-sol.

Les Bactéroïdes, qui se trouvaient naturellement en quantité sensiblement égale dans les deux lots, étaient dans des conditions de propagation très différentes. D'autre part, la température des sols humides se maintient souvent inférieure à celle des sols secs, comme nous l'avons dit plus haut.

Enfin la plante qui devait recevoir les atteintes des Bactéries se trouvait aussi, pour chacun des deux lots, soumise à des conditions différentes : dans le sol humide, l'ensemble des racines très aqueuses et très chevelues offrait une grande surface de tissus jeunes et se ramifiaient dans toute la région voisine du pivot ; dans le sol sec, la racine était moins aqueuse, à pivot moins ramifié ; l'assise externe y présentait des cellules plus serrées, dont la membrane extérieure était plus épaissie.

Après trente jours de végétation, le Pois arrivait à floraison. Dans les deux sols, des lots comparatifs ont été prélevés et des échantillons types ont été photographiés.

Les deux systèmes radicaux étaient très différents et on pouvait remarquer les faits suivants :

Dans le sol humide. — On rencontrait des nodosités depuis les radicelles supérieures, rampant sous la surface du sol, jusqu'aux parties profondes des racines.

Leur nombre était environ cinq à dix fois plus grand que dans le sol sec ; leur taille moyenne était environ quatre fois plus développée. Leur forme était ovoïde et leur axe transversal n'avait que la moitié de longueur de leur axe longitudinal.

Dans le sol sec. — Les tubercules faisaient complètement défaut dans la partie supérieure du pivot et de ses ramifications ; au-dessous on pouvait en compter quelques-uns sur le pivot ; enfin à 20 cm. de profondeur, là où le sable est moins sec, on remarquait quelques tubercules sur les radicelles. Ces nodosités étaient de forme hémisphérique et moins développées que celles du sol humide.

Le Lupin, cultivé dans les mêmes conditions, a présenté des différences analogues en 1893 et 1894. Dans des cultures en pots (1892-1895-1894) on a enregistré les mêmes faits.

Chez la Fève le nombre des tubercules est vingt fois environ plus élevé en sol humide qu'en sol sec. Enfin, l'étude des plantes spontanées ont pleinement vérifié les résultats obtenus expérimentalement. Mes observations ont porté sur *Lotus corniculatus* L., *Trifolium procumbens* L., *Vicia sativa* L., etc... Pour la comparaison, des échantillons ont été recueillis dans des sols de même composition, les uns dans une station sèche, les autres dans une station humide très voisine. L'observation a confirmé l'expérimentation.

Au mois d'août 1893, au cours d'une mission scientifique que nous avons accomplie dans le Sahara algérien et dans la région de Gabès, nous avons observé que les Légumineuses cultivées dans les terrains secs, ou les Légumineuses spontanées des sols arides et secs, étaient dépourvues de nodosités sur leurs racines ou n'en présentaient qu'un petit nombre.

Depuis cette époque, différents observateurs ont complètement confirmé nos résultats (1).

Dans ces expériences faites en pots pendant les années 1892-1893-1894, nous avons toujours trouvé des résultats très concluants.

En 1894, on a trouvé pour des pieds de *Pisum sativum* :

Nombre des nodosités	
En sol sec.	En sol humide.
—	—
0	33
4	25
0	60
0	46

Dans les expériences en pots, les résultats sont plus accentués parce qu'on peut réaliser ainsi une forte sécheresse.

En pleine terre, il arrive souvent que la plante peut porter quelques tubercules en s'enfonçant un peu profondément dans une couche arable moins sèche.

Enfin, nous avons vérifié définitivement l'influence de l'humidité par des cultures comparatives faites dans des sols de nature très différente.

---

(1) Comptes Rendus, octobre 1893. — Comptes-rendus, mars 1894.

Ces expériences mettent, en outre, en relief l'influence de la composition chimique et des propriétés physiques des différents types de sols sur le nombre des tubercules. On a fait les cultures dans des pots rangés dans six séries de sols soumis chacun à la sécheresse et à une humidité moyenne.

Une troisième catégorie a été maintenue à une humidité excessive par des arrosages exagérés et en entretenant l'eau dans les soucoupes sur lesquelles reposaient les pots.

Voici les résultats obtenus pour les expériences sur le Lupin :

SOL CALCAIRE

		Sécheresse	Humidité moyenne	Humidité excessive (sol sursaturé)
		—	—	—
Nombre de tubercules	No 1	0	30	10
	No 2	1	28	2
	No 3	0	26	5
	No 4	0	»	9

SABLE DE FONTAINEBLEAU

		Sécheresse	Humidité moyenne	Humidité excessive
		—	—	—
Nombre de tubercules	No 1	0	34	11
	No 2	0	16	10
	No 3	0	21	10
	No 4	0	23	8

TERRE DE JARDIN, TRÈS SILICEUSE

		Sécheresse	Humidité moyenne	Humidité excessive
		—	—	—
Nombre de tubercules	No 1	1	15	10
	No 2	0	14	16
	No 3	2	20	15
	No 4	0	16	8

SOL ARGILEUX

		Sécheresse	Humidité moyenne	Humidité excessive
		—	—	—
Nombre de tubercules	No 1	2	18	15
	No 2	8	12	10
	No 3	0	8	8
	No 4	1	11	5

TERRE DE BRUYÈRE

		Sécheresse	Humidité moyenne	Humidité excessive
		—	—	—
Nombre de tubercules	No 1	0	8	5
	No 2	0	2	13
	No 3	3	12	1
	No 4	0	2	3

Dans des cultures du même genre faites sur la Fève (*Faba vulgaris*), on a trouvé les moyennes suivantes :

	Nombre de nodosités	
	En sol sec	En sol humide
Terre de jardin	0	60
Argile	0	80
Terre de bruyère	2	30
Calcaire	0	40
Sable de Fontainebleau	0	15
Humus	0	20

Dans toutes ces expériences, nous voyons que la sécheresse entrave d'une manière considérable la production des tubercules. Une certaine humidité, même assez forte, favorise au contraire leur développement. Cependant il y a une limite optimum comme pour l'activité des autres microorganismes étudiés par M. Soyka et M. Wolny. Cet optimum est assez élevé et variable suivant les sols et aussi suivant les espèces de Légumineuses. Je me propose de déterminer par la suite quelques optima pour plusieurs plantes cultivées. Selon toute vraisemblance, c'est surtout le manque d'aération du sol qui entrave le développement des tubercules dans un sol sursaturé. Le *Rhizobium leguminosarum* est une Bactériacée aérobie. Dans un sol submergé l'oxygène manque bientôt. Notons en outre que, ainsi que je l'ai constaté, c'est surtout pendant le jeune âge de la plante que la racine est attaquée, il s'en suit que c'est à ce moment-là que la sécheresse et l'humidité exercent le plus leur influence.

Ainsi nous pouvons conclure que : *Une humidité moyenne (par exemple 50 °/₀) de la saturation du sol, favorise considérablement le développement des nodosités des Légumineuses.*

Ce fait, qui semble général, peut avoir des conséquences qui intéressent la pratique agricole.

En effet, les années sèches, surtout pendant la saison printanière, sont très préjudiciables au développement des nodosités, et par suite à l'assimilation de l'azote libre par les Légumineuses. Après une année humide, les organismes microbiens des tubercules se trouvent disséminés dans le sol avec les racines qui restent enfouies, et leur nombre s'est beaucoup accru. Après une année sèche, la plante devra laisser dans le sol beaucoup moins d'azote par suite de l'insuffisance des productions tuberculeuses améliorantes. Enfin, pour le calcul des restitutions à faire au sol pour lui maintenir ou augmenter sa fertilité, il faudra tenir compte de la remarque précédente. Il est, en outre, utile de remarquer que les submersions prolongées sur prairies de Légumineuses nuisent au développement des tubercules.

L'eau n'agit pas seulement pour favoriser la multiplication et l'activité des organismes microbiens, elle exerce aussi sur eux une action mécanique d'entraînement. Les expériences de M. Soyka (1) prouvent qu'ils sont entraînés par l'ascension capillaire de l'eau, de sorte qu'ils peuvent remonter dans un mouvement ascensionnel d'une certaine profondeur jusqu'à la surface.

Cela nous amène à indiquer l'influence de l'eau dans la dissémination des éléments fertilisants. Selon la substance considérée son action est très variable : les engrais voyageurs tels que le nitrate de soude sont complètement entraînés et peuvent, en disparaissant dans les profondeurs du sous-sol, être complètement perdus pour la plante. Les nitrates qui résultent de l'action nitrifiante des ferments peuvent aussi disparaître par infiltration et appauvrir beaucoup la terre arable. Cette question, qui est en effet de première importance, a été étudiée avec détail par M. Déhérain (2), qui s'est aussi consacré à l'étude des principes enlevés par les eaux de drainage (3). M. Berthelot avait du reste démontré déjà que les eaux de drainage enlèvent au sol une dose d'azote combiné bien supérieure à celle que l'atmosphère et spécialement l'eau de pluie peuvent lui ajouter.

Pour ce qui est des engrais qui deviennent insolubles et fixés, l'action de l'eau sur leur entraînement par infiltration est faible, mais peut intervenir dans les phénomènes chimiques d'insolubilisation et de fixation.

M. Hellriegell (4) et Wolny (5), ayant étudié l'influence de différents degrés d'humidité, sont arrivés à cette conclusion qu'il existe un optimum d'humidité pour le rendement des végétaux cultivés. M. Wolny s'appliqua à déterminer au point de vue pratique le rôle comparatif de l'eau dans un sol fumé et dans un sol non fumé. Il constata que les réactions chimiques du sol, et surtout la combustion de la matière organique, étaient puissamment influencées par la plus ou moins grande quantité d'eau.

---

(1) Soyka : An. agronomiques, t. 12, p. 342.

(2) Dehérain : *La nitrification et les engrais verts*. Archives du Centenaire du Muséum, 1893. Annales agronomiques, 1893.

(3) Dehérain : *Expériences faites à Grignon, dans des cases de végétation, sur la composition des eaux de drainage*. Comptes Rendus 1893, et Annales agronomiques.

(4) Hellriegel : Crockers Centralblatt (18. . .)

(5) Leroux : *Influence de l'humidité du sol*. Agric nouvelle, 1893.

Ainsi, d'après ce qui précède, l'action de l'eau retentit sur les substances capables de servir à l'approvisionnement de la plante en sels minéraux : les sels potassiques, les phosphates, les éléments azotés assimilables seront mis au service de l'absorption dans des proportions qui seront très variables suivant le degré d'humidité du sol ; mais la teneur en eau interne de la plante sera aussi différente suivant les cas.

Ce dernier point est sans nul doute un des plus importants ; aussi, d'après nous, l'action de l'humidité du sol est surtout l'action sur la végétation d'une teneur en eau interne plus ou moins grande. C'est ce qui ressortira des recherches exposées dans un travail plus étendu (1).

(1) Edmond Gain : *Recherches sur le rôle physiologique de l'eau dans la végétation.* Annales des sciences naturelles (Botanique), 1894.

(A suivre).

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893 *(suite)*.

Les feuilles séparées de la plante, et abandonnées à elles-mêmes, éprouvent toute une série de réactions multiples, attribuables les unes à l'influence purement chimique de l'oxygène et de l'humidité, les autres aux métamorphoses biologiques provoquées par des causes internes, ou par des agents microbiens extérieurs.

Ces métamorphoses offrent une liaison évidente avec les échanges gazeux fondamentaux qui ont lieu entre l'atmosphère et la plante, et qui caractérisent la respiration végétale ; ainsi qu'avec les transformations qui tendent à ramener les principes immédiats des feuilles, soit à l'état de composés binaires, comme l'eau et l'acide carbonique, soit à l'état de terreau et des principes constitutifs de la terre végétale.

MM. Berthelot et André (1) ont entrepris la tâche difficile de démêler ces phénomènes si complexes, dont l'étude ne peut être abordée, avec chances de succès, que par des chimistes expérimentés, préparés depuis longtemps à ce genre de recherches par de nombreux travaux analogues.

Les premiers essais des deux auteurs ont consisté à déterminer les modifications qu'éprouve une plante soumise à une dessiccation rapide. Les matériaux d'étude ont été des feuilles fraîches, empruntées à trois espèces usuelles : le Blé, plante herbacée annuelle, dont la dessiccation est assez facile, et anéantit rapidement la vitalité ; le *Sedum maximum*, plante herbacée vivace, dont les feuilles sont gorgées d'eau, et, par suite, se dessèchent plus lentement ; enfin le Coudrier, plante ligneuse, dont les feuilles offrent une structure bien différente des précédentes, tout en étant susceptibles d'une prompte dessiccation.

Un certain nombre de conclusions peuvent déjà être formulées.

La dessiccation, même rapide, d'une plante, modifie sa composition; quelques principes immédiats sont détruits dans ces conditions, et leur poids est assurément plus considérable que celui de l'acide carbonique, simple fraction résultant de leur dédoublement.

---

(1) Berthelot et André : *Etudes sur la formation d'acide carbonique et l'absorption d'oxygène par les feuilles détachées des plantes ; réactions purement chimiques* (Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, 1894).

Une telle altération se manifeste, dans ce cas, par une production d'acide carbonique indépendante de toute oxydation. C'est un dédoublement accompli par fixation d'eau, et analogue à celui des éthers carboniques et composés congénères.

La présence d'oxygène accroît la dose d'acide carbonique, ce qui atteste un phénomène d'oxydation accompli surtout en présence de l'eau.

L'absorption d'oxygène et la production d'acide carbonique ne présentent pas ici la corrélation qui existe chez les animaux supérieurs ; les produits de réduction et d'oxydation peuvent s'accumuler indépendamment de l'acide carbonique exhalé.

Les composés azotés et les cendres, dans toutes ces expériences, ne varient pas.

Nous avons déjà, dans les revues précédentes, résumé très brièvement quelques-unes des expériences entreprises, depuis plusieurs années, par M. Vöchting sur la greffe végétale. En un volumineux mémoire, publié à Tübingen, M. Vöchting (1) a dernièrement réuni tous les résultats qu'il a pu obtenir au cours de ses nombreuses et patientes recherches.

On a déjà pu se rendre compte par les communications antérieures, du but principal poursuivi par M. Vochting, on a vu que l'auteur s'est surtout préoccupé de soumettre à un examen scientifique une question qui jusqu'alors a été presque exclusivement envisagée d'un point de vue pratique.

Le greffe est, en horticulture, une opération importante qui, pour cette raison, a fait maintes fois, depuis l'antiquité, le sujet d'essais variés.

Ces essais, tentés presque toujours par des praticiens, à peu près au hasard et sans grande méthode, ont bien fourni déjà un certain nombre de résultats partiels, intéressants en eux-mêmes et par les applications immédiates qui en découlent ; mais ils n'ont résolu jusqu'ici aucune des questions que l'on se pose nécessairement si l'on veut s'expliquer les causes du phénomène, et si l'on veut avoir une idée des conditions générales dans lesquelles il peut s'effectuer. On sait bien par exemple, pour un certain nombre d'espèces qui ont été soumises à l'expérience, que telle plante se greffe facilement sur une autre et ne réussit pas sur une troisième ; mais quelles sont les règles générales qui président au phénomène, comment s'expliquent ces différences, et suivant quelle loi, s'il y en a une, se fait la soudure des différents tissus artificiellement rapprochés ? On l'ignore presque complètement.

---

(1) Hermann Vöchting : *Ueber Transplantation am Pflanzenkorper. Untersuchung. zur Physiologie und Pathologie* — 11 planches et 14 fig. dans le texte. Tübingen. — Edit. Laupp., 1892.

Une partie quelconque du corps de la plante peut-elle être enlevée de la région où elle se développe normalement, pour, de là, être transportée en un autre point ? Et, si ce transport est possible, peut-il être réalisé d'une façon quelconque?

En d'autres termes, tous les éléments dont se compose une plante peuvent-ils, sur cette plante, être placés ici ou là indifféremment ; ou bien leur déplacement ne peut-il avoir lieu qu'entre certaines limites ? Et quand la transplantation réussit, comment le nouveau voisinage influe-t-il sur les éléments transportés dans des régions anormales ; inversement, quelle action ces éléments exercent-ils sur le voisinage ?

La solution de toutes ces questions n'a pas seulement une importance théorique ; on sent qu'elle peut encore, en apportant une base plus solide, aider la pratique à faire un nouveau pas en avant. Aussi le travail de M. Vöchting, qui jette un peu de lumière sur ces différents points, mérite-t-il d'être particulièrement signalé à l'attention.

Nous allons suivre l'auteur pas à pas, en conservant, dans cette analyse, l'ordre des différents chapitres dont se compose le mémoire, et en donnant une idée succincte de ce que contient chacun d'eux. Les lecteurs que la question intéresse spécialement sauront quels sont les points sur lesquels ils peuvent chercher des renseignements plus détaillés dans l'ouvrage même.

Après un très complet historique dans lequel sont passés en revue les nombreux traités et les publications de toutes sortes, parus sur la greffe depuis l'antiquité jusqu'à nos jours, M. Vöchting expose sa méthode générale de recherches.

Il a principalement expérimenté sur les corps charnus, qui se prêtent particulièrement bien, pour plusieurs raisons, aux essais de ce genre ; entre tous, le meilleur objet d'étude lui a été fourni par les racines charnues, qui ont toujours un rapide développement.

Dss plus favorables, par exemple, est la racine de la Betterave, plante bisannuelle qui, surtout pendant la première année de sa végétation, s'accroît rapidement et accumule, dans ses cellules, une forte proportion de matières de nutrition et de réserve. Cette plante a, en outre, un grand avantage : ses tissus sont très résistants et elle forme très facilement du cambium. Aussi est-ce principalement sur elle qu'a opéré M. Vöchting.

Il a cependant expérimenté aussi sur quelques autres espèces charnues, telles que le Navet et la Rave, et quelques plantes ligneuses, comme le *Cydonia japonica*, certaines espèces de Saules, le Coudrier et des Conifères.

En premier lieu, l'auteur a cherché à greffer, l'une sur l'autre, deux parties d'un même organe. Cette greffe peut être réalisée de deux manières : 1° en replaçant le greffon sur le sujet dans la position où il se trouvait normalement, au point où il a été pris ; 2° en le replaçant dans une position différente de celle qu'il avait primitivement. Ces deux cas ont été étudiés par M. Vöchting sur les différents organes de la plante, considérés successivement.

Sur la racine, la greffe normale réussit toujours, lorsqu'après avoir enlevé une racine secondaire on la transplante sur la racine principale au-dessus, au-dessous, à droite ou à gauche de son point normal d'origine.

Se greffent avec la même facilité : la pointe de la racine principale sur le côté de cette racine ; une racine secondaire sur les côtés de la racine principale d'un autre individu, dont l'extrémité a été sectionnée ; une racine secondaire à la pointe de la racine principale dont le bout a été également enlevé.

La soudure se fait, du reste, encore aisément alors même qu'après avoir coupé l'extrémité de cette racine principale, on la remet à la même place, mais de telle façon qu'elle paraisse avoir subi une rotation de 90° autour de son axe longitudinal.

Après ces premières expériences, M. Vöchting a transplanté des morceaux de tissus découpés en prismes. Ces morceaux, remis à leur place primitive et normale, ou au-dessus, ou au-dessous, ont toujours repris, qu'ils eussent, ou non, une assise cambiale. La greffe réussit même lorsque, dans la cavité formée par l'enlèvement du morceau, on replace ce même morceau, mais en tournant vers l'intérieur la face placée normalement à l'extérieur. Ces résultats ont été obtenus aussi bien avec les racines d'Orme qu'avec les racines de Betterave.

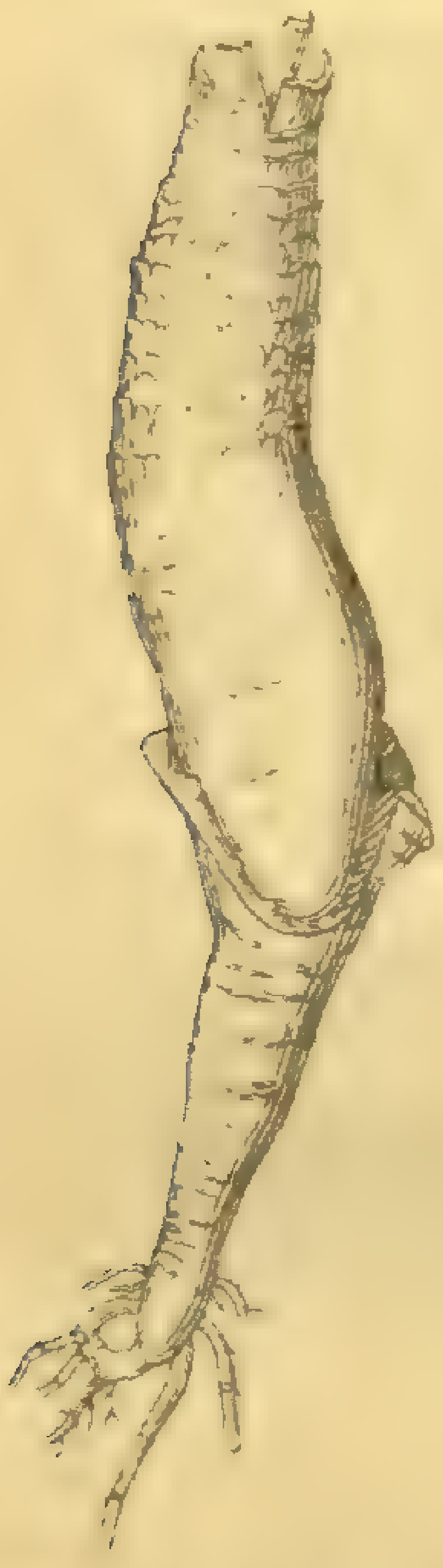


Fig. 5. — Greffe d'une Betterave fourragère, longue et blanche, sur une Betterave ornementale, petite et rouge.

Sur les rameaux, l'étude de la greffe présente deux cas à considérer suivant que les parties de rameaux transplantées ont ou non des bourgeons.

Le premier de ces cas, qui est celui de la greffe ordinaire, a déjà été étudié à maintes reprises, et on sait qu'il y a lieu de distinguer : 1° la greffe par œil, ou par bourgeon détaché (écusson) ; 2° la greffe par rameaux (en fente, en couronne, etc.) ; 3° la greffe par approche.

Le plus souvent, les bourgeons qu'on greffe ne sont pas encore différenciés ; leur développement, d'après les expériences de M. Vöchting varie alors avec la place qu'ils occupent sur le sujet. Quand ils sont greffés à la partie supérieure de celui-ci, ils donnent des rameaux foliaires vigoureux ; insérés sur la partie moyenne, ils fournissent encore des rameaux foliaires, mais bien plus faibles ; à la base, ils se développent tôt ou tard en rameaux floraux.

Lorsqu'on coupe par la moitié, transversalement, une tige d'*Opuntia*

Labouretiana ou *maxima*, la moitié supérieure, replacée sur la moitié inférieure, reprend, non seulement si elle est greffée dans sa position normale, mais même, malgré la structure bilatérale, quand les deux parties sont placées en croix, comme si la partie supérieure avait tourné de 90° autour de son axe longitudinal (fig. 6).

Pour examiner le cas où les rameaux n'ont pas de bourgeons, M. Vochting a répété sur la tige du Chou-rave des expériences variées analogues à celles qu'il avait faites, avec des morceaux de tissus, sur les racines de Betterave, et qui ont été décrites plus haut. D'une manière générale, ces essais ont réussi.

Avec les plantes ligneuses, toutefois, les résultats sont variables. Chez le *Cydonia japonica* et le Pommier, les morceaux d'écorce se transplantent aisément, surtout au printemps, au moment où la sève abonde. Chez le Noisetier, au contraire, quelle que soit l'époque, la reprise est toujours plus difficile ; du cal se forme abondamment sur les lèvres de la blessure. Il en est de même pour le *Cratægus sanguinea*, les *Ribes*, l'Epicea, l'If. La greffe prend plus rarement encore dans le Cytise (où une seule expérience, sur quatre, a réussi) et chez plusieurs espèces de Saules. Alors, tant que la blessure n'est pas cicatrisée, tous les rameaux situés au-dessus de la blessure subissent un retard dans leur accroissement.

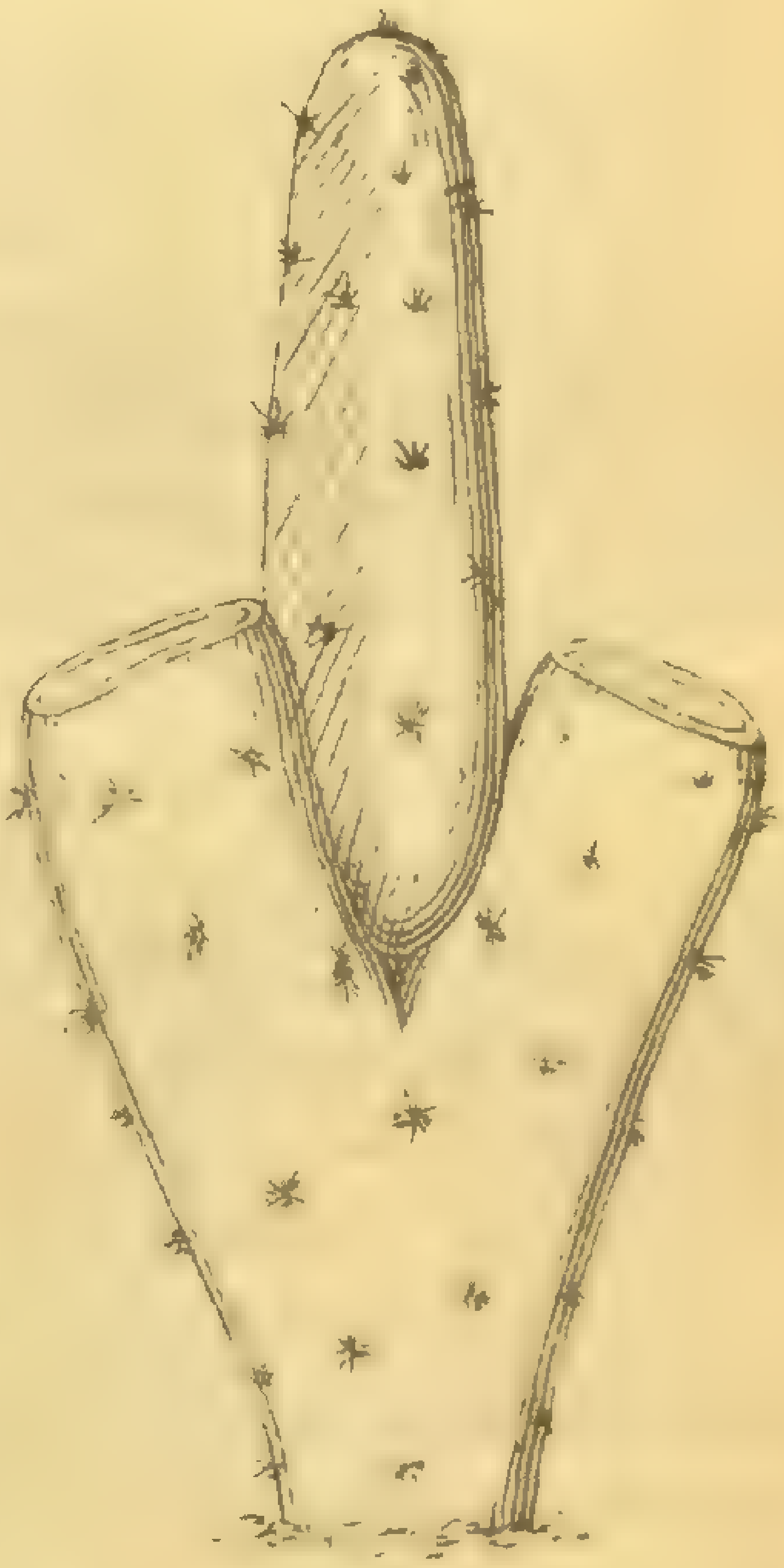


Fig. 6. — *Opuntia Labouretiana*. — La moitié supérieure de la pousse bilatérale est greffée en croix sur la moitié inférieure.

Sur la feuille, organe dont l'accroissement est toujours limité, la plupart des essais de greffe tentés par M. Vochting ont échoué. Les résultats n'ont été satisfaisants qu'avec les feuilles charnues, particulièrement celles de *Mesembryanthemum*. La greffe d'une feuille de *Mesembryanthemum* sur une autre feuille d'une plante de même espèce réussit en effet généralement, quand bien même la feuille greffée est placée dans une position telle qu'elle a subi, par rapport à sa position normale, une rotation de 180° autour de son axe longitudinal.

L'anomalie du mode de greffage peut être poussée plus loin que dans les exemples précédents. Le greffon peut être placé sur le sujet dans une position telle qu'il a subi une rotation de 90° ou de 180°, non-seulement autour de son axe longitudinal, mais encore autour de ses axes radial et tangentiel. M. Vöchting a étudié ce qui se passe alors, quand on réalise ces différentes greffes ; il a opéré, de nouveau, dans ce but, successivement sur les trois organes précédents : racine, tige et feuille.

· *Sur les racines* les expériences de greffe anormale ont été faites avec des espèces charnues et des espèces ligneuses.

Des morceaux prismatiques ont été, comme précédemment, découpés, puis replacés dans une cavité correspondante, mais de façon telle qu'ils ont subi, par rapport à leur position normale, une rotation de 90° ou de 180° autour d'un ou de plusieurs de leurs trois axes, la face supérieure devenant ainsi, par exemple, inférieure, celle de droite passant à gauche ou devenant postérieure, etc.

Dans un premier essai, le morceau détaché a été replacé dans la même position longitudinale, mais a tourné de 90° autour des axes tangentiel et radial. Dans un second essai, il a tourné de 180°.

D'autres morceaux ont, de façon analogue, été greffés après avoir subi : les uns, une rotation de 90° et une rotation de 180° autour de l'axe radial ; les autres, une rotation de 180° simultanément autour des axes tangentiel et radial.

Dans tous ces cas, en général, le morceau s'est ressoudé. Mais il est à noter que c'est toujours à la face supérieure que la soudure a été le plus rapide et le plus complète. L'union se fait bien plus lentement à la face inférieure, où le bourrelet de cicatrisation est, en outre, plus volumineux. Sur les faces de droite et de gauche, il y a, d'autre part, dans la soudure, de nombreuses solutions de continuité.

Comme complément de ces expériences, portant toutes sur des morceaux de tissu, d'autres recherches ont été faites sur des membres entiers. Des racines et des radicelles ont été greffées, par exemple, en position retournée, sur d'autres racines de même espèce ; trois fois sur cinq, la tentative a réussi. Une Betterave entière, implantée par sa racine sur le corps retourné d'une autre Betterave, dont l'axe hypocotylé, la tige et les feuilles ont été enlevées, peut ainsi continuer à vivre. (fig. 7).

Malgré tous ces retournements, l'échange de matières continue donc à se produire entre le greffon et le sujet. Il faut dire cependant qu'on observe toujours un retard de développement dans les parties retournées qui sont placées au-dessous de la cicatrice.

Les résultats sont, avec le Navet, les mêmes qu'avec la Betterave; et les racines ligneuses se comportent, de tous points, comme les racines charnues.

Pour la tige, il faut encore ici, comme plus haut, envisager séparément le cas où les morceaux portent des bourgeons, et le cas où ils en sont dépourvus.

Quand il n'y a pas de bourgeons, et lorsque le morceau greffé appartient à une tige charnue (Betterave ou Chou-rave), on observe exactement ce qui vient d'être décrit pour la racine, avec cette seule particularité qu'ici les soudures se font moins rapidement.

En ce qui concerne particulièrement la Betterave, il est intéressant de noter que, pendant la seconde année, les essais de greffe ne réussissent pas sur l'axe nouvellement développé, et n'aboutissent que sur l'ancienne tige. Les diverses régions d'un organe, au point de vue qui nous occupe, ne se comportent donc pas d'une manière uniforme.

Sur les tiges ligneuses, les expériences, qui peuvent être poursuivies pendant un temps plus long que sur les tiges charnues, ont été faites avec des morceaux d'écorce de *Cydonia japonica*, qui se prêtent bien à ce genre de recherches.

Un anneau d'écorce a été enlevé, puis remis à la même place, mais après avoir été retourné suivant le sens longitudinal; il s'est ressoudé. Toutefois, la partie tournée vers le haut prend alors un gonflement considérable, en même temps qu'au dessus de la blessure la branche s'épaissit. Pendant les années suivantes, il y a, dans cette partie, floraison et fructification abondantes, comme cela a lieu sur tous les rameaux décortiqués. Puis, peu à peu, le morceau d'écorce et la partie supérieure de la branche prennent un aspect maladif; finalement, vers la quatrième ou cinquième année, toute cette partie meurt. La vie ne persiste que dans un seul cas : celui où, dans la tumeur, sur les côtés de la blessure, il se reforme un pont de tissu normal.

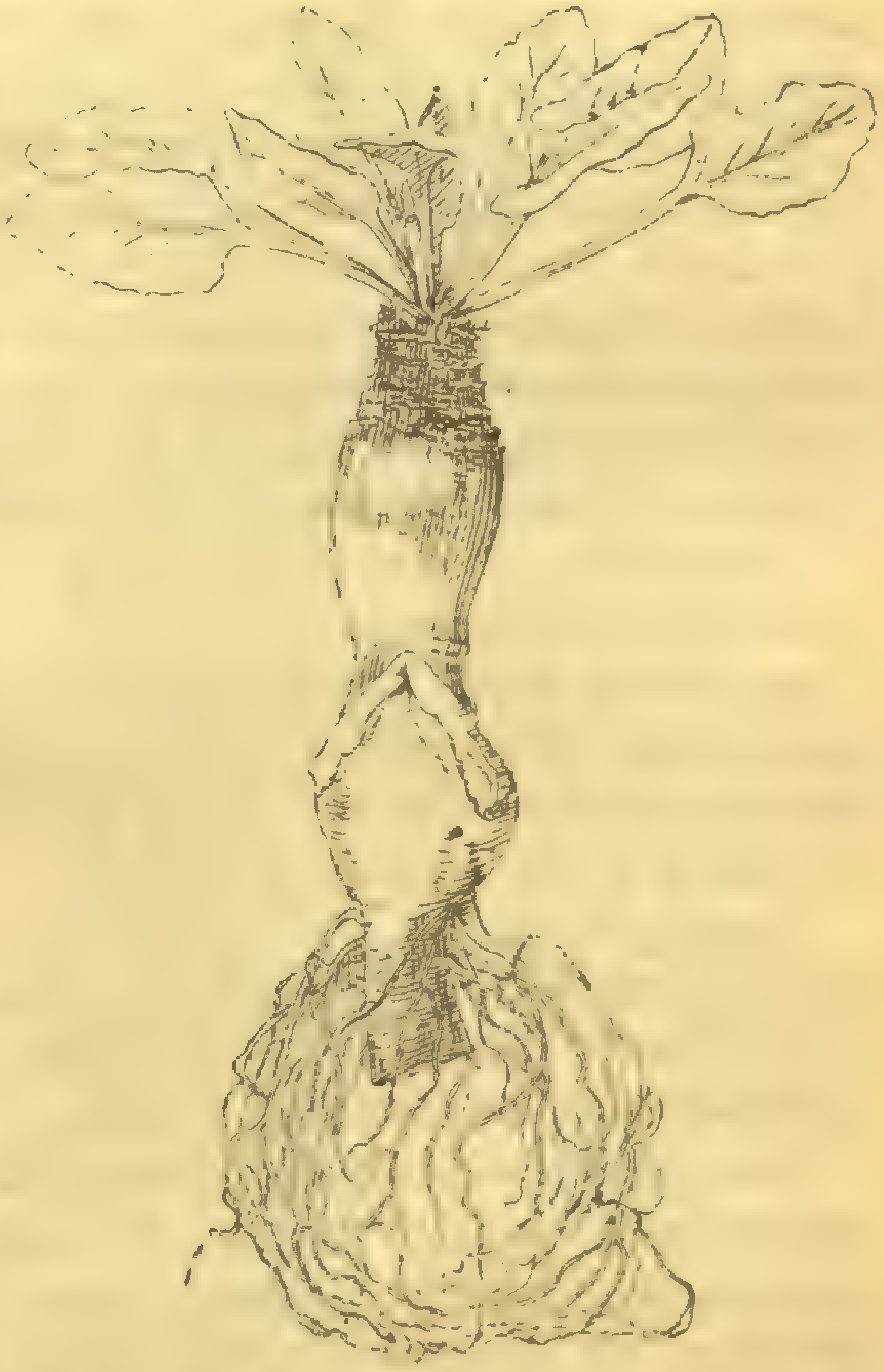


Fig. 7. — Soudure de Betteraves rapprochées par leurs pointes. A la Betterave-sujet, qui est retournée, on a enlevé les feuilles et on n'a laissé que les radicelles. A la Betterave-greffon, au contraire, placée normalement, on a enlevé les radicelles, mais laissé les feuilles.

Sur le *Cytisus Laburnum*, les expériences analogues ne réussissent jamais. Au contraire, après des opérations de ce genre, les rameaux continuent à vivre chez le *Corylus Avellana*, le *Ribes aureum*, le *Salix nigricans* et l'Epicea.

Si les morceaux transplantés ont des bourgeons, on sait qu'on réalise alors tout simplement le mode de greffage usité, depuis longtemps déjà, en arboriculture, où l'on réunit souvent des branches en sens opposé, pour réaliser des formes d'arbustes anormales.

Dans les expériences de M. Vöchting, de simples bourgeons, pris sur le *Cydonia japonica*, le Lilas et le Saule, ont été retournés. Ce qui a déjà été précédemment remarqué pour les morceaux sans bourgeons se reproduit ici : tandis que, dans les bourgeons non retournés, les deux faces, inférieure et supérieure, se comportent de même, dans les bourgeons longitudinalement retournés, la partie basale de l'écusson, c'est-à-dire celle qui se trouve maintenant tournée vers le haut, présente une tumeur plus forte que la partie opposée. Cependant, qu'elle soit droite ou retournée, la pousse subit toujours un retard d'accroissement et ne reprend sa végétation normale que vers la troisiè[illegible]née.

Veut-on maintenant retourner, non plus seulement des bourgeons, mais des rameaux entiers ? Alors l'expérience ne réussit que lorsqu'il y a greffe en arc, par approche. Si le fragment de tige qu'on veut greffer, retourné, sur une autre tige, est détaché, il y a bien un léger commencement de soudure, mais insuffisant pour que la plante vive. Il en a été ainsi, par exemple, avec la Betterave, l'*Heterocentron diversifolium*, l'*Opuntia Labouretiana* et quelques autres plantes ligneuses.

Ce résultat, d'après M. Vöchting, est dû à différentes causes, d'ordre anatomique et chimique.

Greffon et sujet étaient toujours, comme nous l'avons dit, dans les expériences précédentes deux parties d'un même organe. Dans les expériences qui vont être maintenant décrites, ils appartiennent, au contraire, à des organes différents.

La *greffe de tige sur racine*, qu'étudie d'abord M. Vöchting, fut, pour la première fois, tentée par Agricola, dont la méthode est encore aujourd'hui employée pour certaines Pivoines, certaines Clématites, et quelquefois même pour les Roses.

Les expériences de M. Vöchting ont d'abord consisté à transporter, sur des racines de Betterave, des morceaux de tissu parallélipipédiques pris sur des tiges de la même plante, âgée d'un an. La face supérieure de ces morceaux était tournée vers le haut, c'est-à-dire placée normalement. Le morceau s'est alors accru régulièrement, sans formation de bourrelet. Ce dernier fait est dû évidemment à ce que l'accroissement en épaisseur est moins rapide dans la tige que dans la racine. Le morceau semble ainsi placé dans un enfoncement de ce dernier organe.

Si maintenant une expérience analogue est répétée, mais avec un morceau longitudinalement retourné, on constate qu'il y a encore accroissement, mais très irrégulier. On remarque de nombreuses solutions de continuité, surtout sur la face inférieure. En un mot, les phénomènes sont absolument les mêmes que ceux observés sur des fragments de racine implantés sur racine.

Cette analogie se retrouve dans les expériences où le morceau est retourné autour de ses axes longitudinal et radial.

Parmi ces essais de greffe sur racine, il en est un qui est particulièrement à noter : sur une même racine, deux pousses de tiges ont été implantées (suivant la disposition indiquée par la fig. 8) et se sont inégalement développées. Or, la racine a pris un fort accroissement au-dessus du plus grand et ne s'est que faiblement développée au-dessus du plus petit. Une des causes de la forme des racines résiderait donc dans la position des feuilles.

Les rameaux greffés sur racine fleurissent et fructifient normalement, mais dans le cas seulement où ils sont placés dans leur direction ordinaire ; retournés, ils ne tardent pas à mourir.

La *greffe de feuille sur racine* est fréquemment réalisable, en particulier chez la Betterave. Une jeune feuille vigoureuse, greffée sur une racine de Betterave, peut rester vivante jusqu'à l'automne. Peu importe que sa face supérieure soit tournée vers le haut ou vers le bas de la racine.

Si la feuille est greffée sur la pointe d'une racine placée dans la terre en position retournée (fig), la soudure se fait encore ; mais ici, il y a, autour de l'insertion, formation d'un bourrelet très développé, surtout sur le côté correspondant à la face supérieure de la feuille.

La *greffe de racine sur tige*, — soit qu'on opère sur des tissus, soit qu'on emploie des organes entiers — réussit généralement, quand il s'agit de plantes herbacées. Il faut toutefois que la racine soit greffée en position normale ; si elle est greffée retournée, le succès de l'opération est excessivement rare. Lorsque la racine est greffée sur le prolongement même de l'axe, il y a un commencement de soudure, mais la plante meurt à l'automne.

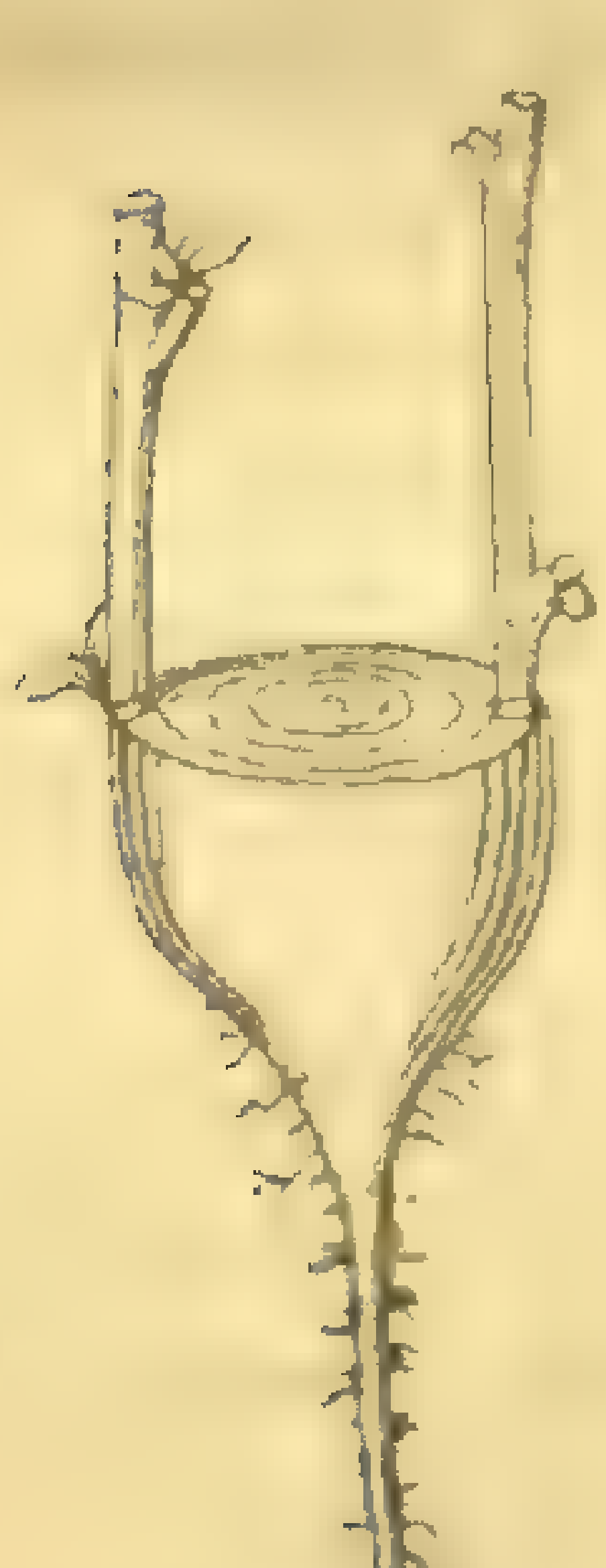


Fig. 8. — Greffe de deux branches sur une Betterave.

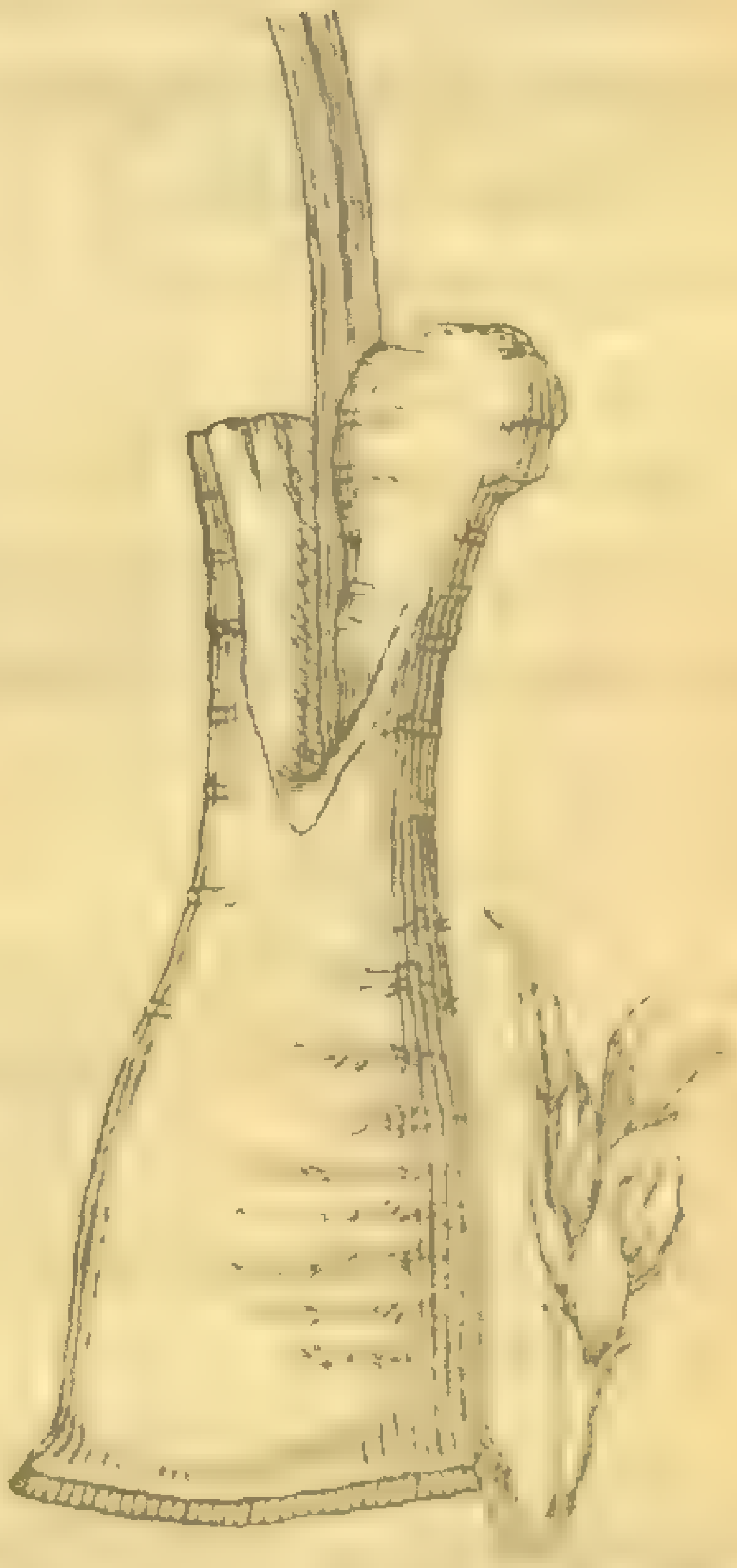


Fig. 9. — Greffe feuille (dont l'extrémité seule du pétiole est ici représentée) sur une racine de Betterave retournée. Dans la région de soudure se forme un bourrelet, particulièrement développé sur le côté droit.

Une plante entière a été greffée par sa racine sur l'extrémité d'une tige. L'union s'est faite très facilement ; de nouvelles feuilles ont remplacé, sur le greffon, celles qui avaient été enlevées ; les fleurs sont apparues l'année suivante. Il faut remarquer ici que le greffon était de l'année, et le sujet de l'année précédente : ce dernier est donc resté frais et vivant une année de plus que normalement.

M. Vöchting n'a fait qu'un petit nombre d'expériences sur les espèces ligneuses ; il a transporté des morceaux annulaires d'écorce de racine de *Cydonia japonica* sur la tige, en position normale et en position retournée. Il y a eu soudure dans l'un et l'autre cas, avec formation de bourrelet dans le second. Néanmoins la partie du rameau située au-dessus de la greffe se détruit peu à peu. Il en est de même pour le Frêne.

La *greffe de feuille sur tige* se fait assez difficilement. Elle est pourtant réalisable, en position retournée comme en position normale, surtout avec les plantes à feuilles résistantes, telles que l'*Heterocentron diversifolium*.

La *greffe de racine sur feuille*, par exemple de racines de Betterave sur pétiole, réussit.

La *greffe de tige sur feuille*, déjà faite avec succès par Knight sur la Vigne, a été répétée par M. Vöchting sur la Betterave. Elle n'a donné de résultat un peu satisfaisant que pour la greffe en position normale ; encore le développement a-t-il toujours été très faible.

Sous le nom de *greffes spéciales*, M. Vöchting a enfin passé en revue un certain nombre de cas, dans lesquels non plus un seul mais plusieurs morceaux de tissus sont, tous à la fois, et en différentes positions, implantés dans la cavité creusée sur un organe. Ces essais ne paraissent avoir, en général, réussi qu'imparfaitement; pour leur description nous ne pouvons que renvoyer à l'ouvrage.

Avec ces essais se termine la première partie du Mémoire de M. Vöchting.

La seconde est consacrée maintenant à l'étude des rapports réciproques qui s'établissent entre le greffon et le sujet. L'auteur a cherché à déterminer l'influence mutuelle qu'exercent, l'une sur l'autre, les deux parties différentes, artificiellement rapprochées par l'opération de la greffe.

Un certain nombre d'exemples démontrent bien la réalité de cette influence. Un greffon qui, laissé à sa place normale, aurait fleuri et serait mort pendant l'année, a, par greffe sur une racine jeune d'une plante de même race ou de race voisine, vécu un an de plus.

Un greffon pris sur une inflorescence, et pourvu d'un bourgeon non différencié, s'est comporté différemment sur une racine jeune et sur une racine d'un an : sur la première, il s'est développé en pousse végétative et, sur la seconde, en pousse florale.

Malgré cela, il ne faudrait cependant pas immédiatement conclure à une action réciproque très profonde des deux parties soudées.

La greffe, par exemple, ne paraît jamais rendre vivace une plante annuelle. Des essais en ce sens ont été, en effet, tentés par M. Vöchting avec le *Solanum Lycopersicum*, qui est annuel, et le *Solanum Dulcamara*, qui est vivace ; ils n'ont donné aucun résultat satisfaisant. Le *S. Dulcamara* a été greffé sur le *S. Lycopersicum*. La soudure s'est faite, et le greffon s'est même mieux développé que les pousses restées sur la plante à laquelle il avait été pris ; mais l'ensemble est mort pendant l'hiver.

Cet insuccès, pouvait, il est vrai, tenir à ce que, bien que vivace, le greffon était passé pendant l'hiver à l'état de repos et n'avait plus ainsi nourri le sujet ; mais l'auteur n'a pas mieux réussi en remplaçant le *Solanum Dulcamara* par des pousses, toujours vertes, de *Solanum capsicum* ou de *Solanum Pseudo-capsicum*.

M. Vöchting a cherché ensuite à réunir, par greffe, les deux sexes de plantes dioïques (*Mercurialis annua*, *Salysburia adiantifolia*, *Aucuba japonica*). Chacun des sexes a été alternativement greffé sur l'autre ; ils sont toujours restés séparés.

Des plantes, de couleurs et de formes différentes, ne provoquent de même, l'une sur l'autre, aucune modification apparente lorsqu'on les rapproche. Des *Coleus*, des *Tradescantia*, des races variées de Betterave, blanches, jaunes, rouges, rouge clair et rouge sombre, ont servi de sujets d'expérience.

Chez les *Coleus* comme chez les *Tradescantia*, il n'y a jamais eu de passage de couleur des feuilles du greffon à celles du sujet. Chez les Betteraves, où la greffe a été faite, tantôt entre racines, tantôt entre racine et tige, ce n'a été que très rarement que le greffon a pris la coloration du sujet, ou inversement.

Les recherches concernant la forme ont été faites surtout sur les Betteraves de races différentes. L'auteur a uni, par exemple, une Betterave fourragère, longue et blanche, et une Betterave rouge, qui est de race plus petite. Si c'est la forme blanche qui sert de greffon, l'union se fait étroitement ; elle se fait mal, au contraire, si c'est la forme rouge. En général, lorsque deux Betteraves de formes différentes sont greffées l'une sur l'autre, chacune conserve sa forme normale.

Tous ces faits sont confirmés par les expériences analogues tentées avec des fruits de Cucurbitacées.

D'autre part, en opérant sur des races variées de Pomme de terre, M. Vöchting est arrivé encore à cette conclusion que l'hybridation ne peut pas se faire par voie végétative, ou ne se fait que dans des circonstances exceptionnelles.

D'une manière générale il y a lieu, d'après M. Vöchting, de distinguer, dans l'opération du greffage, les *unions harmoniques* et les *unions inharmoniques*. Dans les premières, les deux associés s'accroissent normalement ; l'ensemble donne l'impression d'une unité parfaite. Dans les secondes, au contraire, les soudures sont plus ou moins imparfaites, chaque membre souffrant plus ou moins ; il en résulte un retard d'accroissement, un affaiblissement de coloration, un état maladif des tissus.

En règle ordinaire, plus deux formes sont voisines dans le système naturel, plus elles se laissent facilement unir végétativement. Il y a cependant maintes exceptions ; une des plus connues est celle du Poirier, se greffant mal sur le Pommier, et très aisément, au contraire, sur le Cognassier.

Dans la greffe d'espèces différentes, il y a souvent entre les deux membres un certain échange de matières, qui modifie un peu la nutrition et la constitution des associés. On en a la preuve, par exemple, dans les expériences de M. Strasbürger, où un Datura a été greffé sur Pomme de terre, et dans ce fait, observé par Thouin, que les cerises ont un goût différent, selon que le cerisier a été greffé sur le *Prunus Mahaleb*, le *Prunus Lauro-Cerasus* ou le Merisier sauvage. On a remarqué aussi que la durée de la vie du Pistachier, en même temps que sa résistance au froid, varient avec l'espèce qui sert de sujet.

Ces différents faits, cependant, d'après M. Vöchting, représentent des modifications en réalité peu importantes, et ne prouvent pas un changement dans la nature spécifique du sujet sous l'influence du greffon, ni réciproquement, une action profonde du premier sur le second.

Nous ne pouvons insister plus longuement sur le travail de M. Vöchting et nous ne faisons que signaler la troisième partie, qui, au surplus, composée surtout de détails anatomiques et histologiques, ne se prête guère à un résumé.

Disons simplement que l'auteur, reprenant successivement les cas décrits, au point de vue morphologique, dans la première partie, examine comment, dans tous ces cas, se soudent entre eux les tissus ou les organes rapprochés par le greffage ; il fait une étude complète des modifications anatomiques qui se produisent dans le greffon et dans le sujet, aux points de contact des deux parties. Le cours des faisceaux surtout présente des particularités intéressantes.

Le fait général qui ressort de tout ce travail, c'est que deux organes ou deux tissus ne se soudent vraiment bien entre eux que lorsqu'ils sont placés dans leur position normale. Lorsqu'un morceau de tissu ou d'organe est greffé retourné il se produit, autour de l'insertion, un bourrelet ou des solutions de continuité indiquant un état pathologique. Deux tissus et, par suite (puisqu'un tissu n'est qu'un total de cellules), deux cellules ne se soudent donc pas avec la même facilité par leurs différents côtés ; il est aisé de voir, par tous les faits décrits plus haut, que la face droite d'une cellule, par exemple, ne s'unit que très difficilement à la face droite d'une autre cellule ; elle ne s'unit facilement qu'à la face gauche.

Ces résultats viennent à l'appui de la théorie depuis longtemps soutenue, dans ses précédents travaux, par M. Vöchting, à savoir que toute cellule (c'est-à-dire, en même temps, tout tissu et tout organe) a une structure polaire, suivant les directions longitudinale et radiale. La cellule, en d'autres termes, a un haut, un bas, un côté droit et un côté gauche, qui diffèrent nettement entre eux, puisque deux cellules se soudent, suivant les faces en contact, avec une rapidité et une facilité très variables.

L'union normale ne se faisant bien qu'entre la face supérieure d'une cellule et la face inférieure d'une autre, entre la moitié droite et la moitié gauche, M. Vöchting est amené à poser cette loi que : *entre deux cellules, les pôles de même nom se repoussent, les pôles de nom contraire s'attirent.*

La même loi est à énoncer évidemment pour les tissus et les organes, qui ne sont que des assemblages de cellules. Dans un fragment d'organe, tige ou racine, le pôle négatif est celui qui, lorsqu'on plante le fragment, correspond à l'extrémité donnant des rameaux, le pôle positif celui qui correspond à l'extrémité où naissent les racines.

D'après M. Vöchting, la polarité d'une cellule réside dans le plasma et non dans la membrane. La cellule étant essentiellement un composé d'éléments plasmiques, on peut dire, par suite, en descendant un degré encore, que chaque molécule de plasma a une structure polaire.

A la même époque que M. Vöchting, et à peu près dans le même ordre d'idées, M. Daniel (1) a entrepris sur la greffe végétale une longue série de recherches qui viennent, sur bien des points, compléter celles du précédent auteur, notamment en ce qui concerne les rapports et l'influence réciproque du greffon et du sujet.

Comme M. Vöchting, M. Daniel a rapproché des organes différents de plantes appartenant à la même espèce, ou à des espèces distinctes.

Ainsi que nous l'avons déjà constaté tout à l'heure, le degré de réussite du mode de greffage dépend beaucoup de la distance plus ou moins grande qui sépare, dans la classification, les deux plantes qu'on tente de réunir.

Si l'on greffe, sur racines ou sur tubercules, des plantes appartenant à des familles très éloignées de celle de l'espèce-sujet, la soudure des parties n'a presque jamais lieu, d'après M. Daniel. Il est à remarquer cependant que, la plupart du temps, le greffon survit, et plusieurs ca alors peuvent se présenter :

1° Le greffon vit aux dépens du sujet jusqu'à ce que des racines adventives se produisent ; à partir de ce moment, il se développe en formant bouture. Il en est ainsi pour le Chou et la Lampsane greffés sur les tubercules de Renoncule bulbeuse ; pour le Persil sur Valériane.

2° Le greffon se développe encore pendant un certain temps, à l'aide des réserves du sujet ; mais, ce sujet venant à périr au bout de quelques mois, le greffon meurt également, sans avoir fourni des racines adventives. Ainsi se comportent les pousses de Muguet et les yeux de Primevère sur les tubercules de Crocus.

3° Le greffon, détaché à un âge où il était encore herbacé (greffe à œil poussant), devient ligneux et achève son développement normal en digérant les réserves du sujet. C'est ce qui a lieu dans la greffe, à œil poussant, de l'Epicéa et du Cèdre sur tubercules de Pomme de terre.

---

(1) L. Daniel : *Surla greffe des parties souterraines des plantes* (Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, sept. 1891). — *Recherches sur la greffe des Crucifères* (id., mai 1892). — *Sur la greffe des plantes en voie de germination* (Assoc. franç. pour l'avancement des sciences, 1892). — *Recherches morphologiques et physiologiques sur la greffe.* (Revue générale de Botanique, 1894).

Comme exemple de greffe réussie entre plantes de familles éloignées, M. Daniel cite la greffe en écusson de Saponaire sur l'*Œnothera biennis*.

Lorsque les plantes appartiennent à la même famille, la greffe sur racines réussit bien, mais il arrive fréquemment que le greffon s'affranchit.

Les racines adventives ne se développent pas, ou sont très peu nombreuses dans la greffe de Salsifis sur Scorsonère, de Barkhausie sur Pissenlit et Hypochœris. L'affranchissement du greffon est alors une exception et son développement se fait très bien.

Ces racines, au contraire, sont nombreuses dans la greffe de Laitue et de Chicorée sur Pissenlit, de Chou sur *Brassica Cheiranthus*, etc. L'affranchissement est ici la règle ; si l'on supprime les racines adventives, la plante dépérit et finit par mourir, bien que la soudure ait été parfaite.

On remarquera que dans toutes ces greffes, les greffons appartenaient à des plantes annuelles, tandis que les sujets étaient vivaces. Or — ce qui est en accord avec les observations de M. Vöchting — aucun greffon n'a donné d'yeux de remplacement ; tous sont restés annuels, sauf un échantillon de Salsifis, devenu bisannuel.

Il peut paraître bizarre de voir des plantes également voisines du genre Taraxacum, comme les Barkhausies, les Laitues et les Chicorées, se comporter différemment, la première se greffant avec plein succès, les autres se greffant d'abord très bien, puis dépérissant si l'on supprime les racines adventives.

L'anatomie explique cette anomalie. Les racines de Pissenlit sont gorgées d'inuline, et cette substance passe au travers des membranes de la Barkhausie, qui se l'assimile, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par des coupes transversales et longitudinales de la greffe.

Mais l'inuline ne peut pénétrer dans les greffes de Laitue et de Chicorée, qui n'en présentent pas la moindre trace. Dès lors, ils languissent et meurent, s'ils ne peuvent trouver un aliment supplémentaire, à l'aide de leurs racines adventives.

Ce fait n'est certainement pas isolé. On conçoit que les organes d'un greffon puissent être imperméables pour un certain nombre de substances élaborées par le sujet, tout comme ceux des Laitues et des Chicorées le sont pour l'inuline.

L'insuccès de beaucoup de greffes s'expliquerait ainsi facilement par un phénomène de nutrition insuffisante, sans qu'il soit besoin de recourir à des affinités plus ou moins problématiques entre genres ou espèces d'un même genre.

En définitive, on voit qu'on peut, entre espèces voisines, greffer avec facilité sur racines un grand nombre de plantes herbacées. Et peu importe quelles sont les régions anatomiques mises en contact, pourvu qu'il s'agisse de tissus vivants.

Même la greffe réussit assez souvent entre genres appartenant à des sous-tribus, ou même à des tribus différentes d'une même famille : Fenouil (Cicutées) et Carotte (Laserpitiées) ; Panais (Angélicées) et Carotte ; les diverses Chicorées entre elles ; le Carthane (Flosculeuses) et le Soleil (Radiées) ; la Giroflée, le *Barbarea intermedia*, l'*Arabis alpina* (Cheiranthées) sur l'alliaire (Sisymbriées) et le Chou (Brassicées) ; l'Alliaire (Sisymbryées) sur le Chou, le Navet (Brassicées), etc.

Poursuivant ses tentatives, M. Daniel a voulu voir alors ce qui se passerait, si l'on greffait par exemple des plantes vigoureuses sur des sujets plus faibles, et réciproquement ; ou des plantes annuelles sur des plantes vivaces, fleurissant ou nom à la même époque.

Très souvent, le greffon influe sur le sujet, soit pour lui donner de la vigueur, si le greffon appartient à une espèce de plus grande taille que le sujet (Chou sur Alliaire) ; soit, au contraire, pour en empêcher le développement normal, si le greffon appartient à une espèce plus faible que le sujet (Alliaire, Giroflée, Corbeille d'argent, *Barbarea intermedia*, *Brassica Cheiranthus* sur Chou vert).

Le plus ordinairement, c'est le sujet qui modifie la taille du greffon et arrête son accroissement au point de le rendre moitié plus petit que dans les conditions normales. Il en est ainsi pour le Haricot et pour la majeure partie des greffes herbacées.

En greffant une plante cultivée sur une plante sauvage, on affaib'it, en général, les qualités potagères de la plante, qui peuvent même disparaître complètement (Laitue sur Laitue sauvage, ou sur Salsifis).

La durée des plantes greffées est modifiée par la greffe, mais en somme assez légèrement. Sur ce point encore, les observations de M. Daniel s'accordent avec celles de M. Vöchting ; mais, ayant porté sur un bien plus grand nombre d'espèces, et dans des conditions plus variées, elles fournissent des conclusions plus générales.

Les plantes annuelles, greffées sur des plantes bisannuelles ou vivaces, restent annuelles et entraînent la mort partielle ou totale du sujet, mort partielle si la section, faite près du sommet végétatif, permet au sujet de donner des genres adventifs ; mort totale dans le cas contraire. Le résultat est indépendant de l'âge du sujet.

Les plantes bisannuelles, greffées entre elles à différents âges ou sur des plantes vivaces, restent bisannuelles ; elles entraînent la mort du sujet dans les mêmes conditions que les plantes annuelles. Il y a exception pour le Salsifis greffé sur Scorzonère, qui devient pluriannuel.

Les plantes vivaces greffées sur plantes annuelles ou bisannuelles meurent avec le sujet (comme l'avait déjà observé M. Vöchting pour les *Solanum*) ; elles continuent à vivre si on les greffe sur un sujet vivace (*Dianthus* sur *Lychnis*).

Le plus souvent, l'époque de la floraison du greffon se trouve un peu retardée dans les plantes annuelles ; il en est de même dans les plantes bisannuelles ou vivaces, au moins pendant la première année du greffage.

Mais ce n'est qu'un retard léger ; jamais, en greffant des plantes d'espèces différentes, M. Daniel n'a reculé d'un an le moment de la floraison, comme nous avons vu, d'après les expériences de M. Vöchting sur la Betterave, que cela se produit lorsqu'on rapproche deux individus de la même espèce, pris à des âges différents, l'un dans la première année, l'autre dans la seconde année du développement.

De toutes les greffes, la greffe sur racines est une des meilleures pour les plantes herbacées. Lorsqu'on opère sur des racines tuberculeuses, elle réussit mieux si l'on prend des racines jeunes, n'ayant pas encore commencé leurs réserves. Parfois même la greffe n'est possible qu'à ce moment (Laitue ou Scorzonère sur Salsifis). Sur racine, la greffe des bourgeons à fleurs, au début de leur développement, se fait avec beaucoup de facilité.

Enfin on peut, avec succès, implanter des racines, munies de leurs rosettes et de feuilles, et formant greffon, sur des tiges qui constituent le sujet ; autrement dit, greffer le système descendant sur le système ascendant. La reprise se fait mieux quand la racine greffée se trouve placée dans le sol, à sa hauteur normale. Placé trop haut le greffon peut se dessécher ; trop enfoncé dans le sol, il tend à s'affranchir, le sujet pourrissant en partie.

Dans des expériences analogues à celles de M. Vöchting, M. Daniel a observé, de son côté, que la matière colorante de la Betterave rouge ne passe pas dans le greffon de l'Oseille. Il en est de même de la carotine : jamais cette substance n'a pénétré dans les greffons divers placés sur la Carotte rouge (Persil, Panais, *Reseda luteola*, etc.).

Par contre, les *Sonchus* greffés sur Salsifis, les Salsifis sur Scorzonères, les Barkhausies sur Pissenlits, l'Alliaire sur le Navet, le Fenouil sur la Carotte sauvage, le Persil sur le *Sison Amomum* se développent comme avec leurs propres réserves ; et, après fructification, on trouve les réserves du sujet épuisées en totalité ou en partie, suivant que celui-ci est bisannuel ou vivace.

Nous avons déjà vu qu'il peut y avoir des exceptions, pour l'inuline par exemple, cette substance étant exclusivement absorbée par des greffons appartenant à des plantes dont les racines contiennent elles-mêmes de l'inuline.

En somme on ne peut guère formuler de loi générale ; le phénomène varie avec les substances et avec les plantes. Entre espèces de familles différentes, les réserves accumulées antérieurement dans la racine-sujet sont rarement utilisées par le greffon. C'est presque exclusivement dans les plantes de même famille que le greffon se sert des réserves du sujet comme des siennes.

Chez les plantes tuberculeuses, le greffon seul fabrique les réserves, qui ne se déposent pas en dessous du bourrelet cicatriciel. Si le greffon ne forme pas ordinairement de réserves, la racine-sujet ne se renfle pas, étant incapable, une fois greffée, de produire elle-même les matériaux qu'élabore sa tige propre. Comme exception cependant, il faut citer : le Chou de Milan greffé sur Chou Rave, et le Chou de Mortagne sur Navet long à collet rose.

Par les blessures qu'elle occasionne, la greffe provoque dans le greffon un état morbide plus ou moins accentué ; et cet état se traduit par des irrégularités de transpiration. Dans la greffe herbacée surtout il faut tenir compte de cette circonstance, en réduisant la transpiration.

C'est là une nécessité d'autant plus grande que, d'autre part, au début, le passage de la sève brute du sujet dans le greffon se fait très difficilement.

A cet égard. il y a une distinction à établir entre les plantes à feuilles minces et celles à feuilles demi-grasses.

Dans les premières, telles que le Haricot, la différence entre la transpiration et l'absorption est telle que l'équilibre, une fois détruit, ne peut plus se rétablir. Le greffon se dessèche si on le laisse à l'air libre ; la greffe, en ce cas, ne peut réussir que sous cloche.

Dans la seconde catégorie (Chou par exemple), la différence n'est pas assez élevée pour que la rupture de l'équilibre ait des conséquences funestes, sauf dans les chaleurs de l'été, et lorsqu'on transplante et greffe à la fois. L'emploi de la cloche est ici subordonné aux conditions du milieu.

La greffe une fois prise, la marche des liquides dans les plantes rapprochées se poursuit de manière variable suivant les espèces. On peut considérer deux cas extrêmes, reliés par tous les intermédiaires :

1° Ou l'eau absorbée par le sujet passe dans le greffon en quantité moindre que si ce dernier pouvait se servir de sa racine, sans solution de continuité dans ses vaisseaux ;

2° Ou l'eau du sujet pénètre en plus grande abondance dans le greffon.

Dans le premier cas, qui est de beaucoup le plus fréquent, le greffon se développe moins vigoureusement, reste plus petit, fleurit et fructifie plus vite et plus abondamment ; ces effets sont accentués par le surgreffage, ce qui est conforme à la logique.

Dans le second cas, c'est évidemment l'inverse qui a lieu. Les vaisseaux sont plus développés, les pousses plus vigoureuses, les fleurs plus rares, comme dans toute plante qui reçoit un excès de nourriture.

Ces phénomènes sont, au début, principalement d'ordre physique ; mais ils sont bientôt accompagnés de phénomènes chimiques qui se produisent au sein des cellules et en modifient le contenu.

Le plus important et le plus intéressant de ces phénomènes est une formation anormale d'amidon. Lorsqu'on greffe, par exemple, un Haricot sur lui-même, on trouve, peu de temps après, dans le greffon, de l'amidon dont il n'y a aucune trace dans les Haricots de même âge non greffés. Même fait peut être observé sur le Chou ; et il ne se produit que lorsque la greffe est laissée à l'air libre non recouverte d'une cloche. Ce qui prouve bien que le processus dépend de la transpiration.

Par les deux analyses qui précèdent, on voit comment, en dehors de quelques cas, tout-à-fait analogues, étudiés simultanément par MM. Vöchting et Daniel, les mémoires de ces deux auteurs viennent se compléter.

L'un et l'autre ont eu pour but une étude scientifique et raisonnée de la greffe ; mais M. Daniel s'est surtout appliqué à rechercher quelles sont les plantes différentes, et plus ou moins éloignées, qu'on peut, par l'un quelconque de leurs organes, rapprocher en un système unique; tandis qu'opérant sur un nombre beaucoup plus restreint d'espèces, M. Vöchting a plutôt déterminé comment et suivant quelle loi les organes et les tissus rapprochés peuvent se souder.

Les expériences de M. Daniel l'ont amené à réussir un certain nombre de greffes nouvelles et à faire entrevoir entre quelles limites, et avec quelles chances de réussite, des espèces différentes peuvent, en conservant l'orientation originelle de leurs tissus, être greffées entre elles.

Celles de M. Vöchting lui ont permis d'établir très nettement le fait général de la polarité, en montrant jusqu'à quel point un organe peut être transplanté sur la plante sujet dans une direction et une orientation de tissus différentes de celles qu'il avait normalement.

(*A suivre*). HENRI JUMELLE.

REVUE DES TRAVAUX

PUBLIÉS

SUR LES CHAMPIGNONS

PENDANT LES ANNÉES 1891 A 1893

CHAMPIGNONS IMPARFAITS

(Spheropsidées, Mucédinées, etc.)

I. *Travaux d'ensemble, cultures.* — Parmi les nombreuses questions obscures que les mycologues doivent s'efforcer d'éclaircir, celle de l'origine et de la véritable nature des Mucédinées est une des plus importantes. On sait que l'on range dans ce groupe un nombre incalculable de champignons dont on ignore les véritables affinités. Pour résoudre un problème aussi complexe et aussi étendu, il faut avancer pas à pas et la voie la plus sûre est en même temps la plus longue. Une étude approfondie d'un petit nombre de types peut contribuer, plus que toute autre, à faire progresser la science. C'est la méthode qu'a suivie M. **Matruchot** (1).

Ses recherches ont d'abord porté sur l'*Heliscoporium lumbricoides*. On ne connaissait jusqu'ici qu'un appareil reproducteur de cette plante curieuse. Grâce à des cultures patientes ainsi qu'à des observations heureuses, l'auteur est parvenu à rattacher cinq formes nouvelles à cette espèce :

1° Une première forme *Helicomyces*, à membrane non cutinisée, indéfiniment stable sur certains milieux, qui montre que ce dernier genre est mal défini ; 2° une forme rattachée aux *Coniothecium* ; 3° une forme à sclérotes sphériques ; 4° une forme à mycélium bourgeonnant ; 5° une forme *Stemphylium*.

La découverte de cette dernière forme, la plus intéressante, a exigé une habileté et une rigueur expérimentale dont on ne saurait trop louer l'auteur. Il faut lire le texte pour voir avec quelles difficultés on a à lutter pour établir un pareil polymorphisme.

En effet, dès que, dans des conditions de milieu très spéciales, l'*Helicosporium* a été transformé en *Stemphylium*, cette dernière forme se maintient et cela indéfiniment sur les mêmes milieux qu'affectionne particulièrement le premier appareil reproducteur à spores enroulées.

---

(1) Matruchot : *Recherches sur le développement de quelques Mucédinées* (un volume de 111 pages avec 8 planches). Arm. Colin, Paris.

« Si d'un milieu N, on passe, dit l'auteur, à *un milieu bien déter-* » *miné N'*, il s'ajoute une forme reproductrice F' différente de la pre- » mière F ».

« Tout semis, *sur un milieu quelconque*, d'une spore de la seconde » forme donne *indéfiniment et exclusivement* F'; il n'y a *pas de retour* » possible à la première, même si l'on choisit le milieu N' comme » milieu de culture ».

Ce qui précède montre la complexité presque infinie de ces problèmes mycologiques, car on peut cultiver indéfiniment une même forme sans observer de variations et la considérer comme une espèce autonome si le hasard ne fait pas trouver des conditions souvent très particulières de milieu dans lesquelles elle varie.

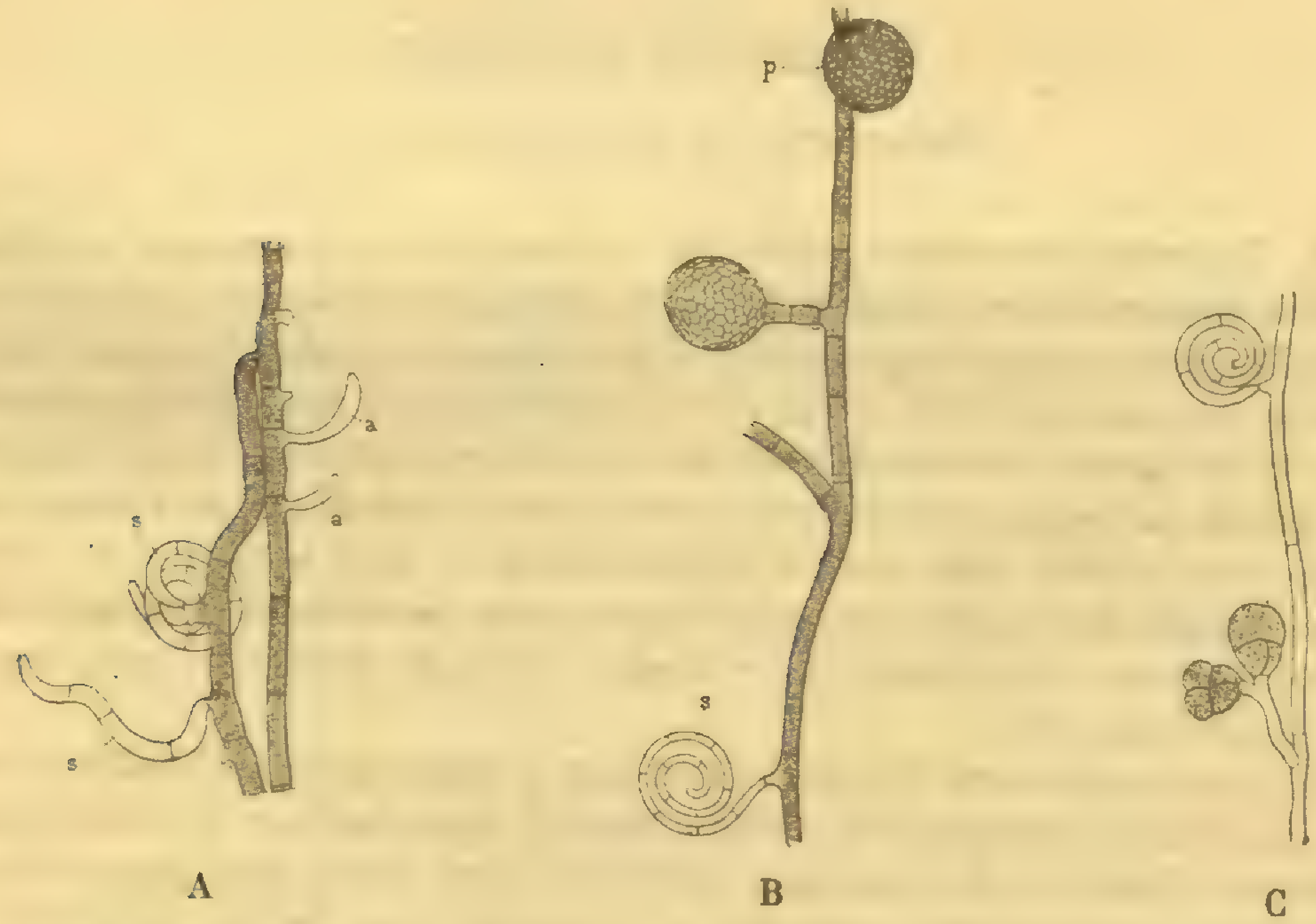


Fig. 10 à 12. — A, *Helicosporium lambricoides* : Spore enroulée en spirale arrivée à son complet développement; s', spore déroulée; a, débuts de la spore. — B, montrant sur un même filament les spores de l'*Helicosporium* s, et les sclérotes p. — C, montrant sur un même filament les spores de l'*Helicosporium* et du *Stemphylium* (d'après M. Matruchot).

Pour le *Cephalosporium roseum*, le problème se complique de l'existence d'une variété fixée très curieuse. La variété normale présente sur un certain milieu une forme *Pseudo verticilium* à petites spores monocellulaires, en capitules dissociés. La variété β cultivée sur le même milieu que précédemment, se montre incapable de produire cette deuxième forme.

Parmi les conséquences à tirer de cette partie du travail de l'auteur, la suivante est surtout à relever : c'est qu'elle permet d'expliquer bien des contradictions souvent signalées entre des travaux bien faits.

Par l'examen des problèmes soulevés au cours des recherches de M. Matruchot, sur les deux plantes précédentes, on voit combien le cadre, en apparence étroit, qu'il a choisi, est susceptible de s'élargir, de manière à comprendre des questions d'un véritable intérêt général.

L'*Œdocephalum roseum*, que l'auteur a également examiné, lui a montré que les *Gonatobotrys* ne sont que des formes des *Œdocephalum*. Une espèce nouvelle, le *Fusarium polymorphum*, présente quatre organes reproducteurs différents : 1° conidies mono et pluri cellulaires ; 2° chlamydospores aériennes ; 3° chlamydospores mycéliennes ; 4° arthrospores.

Enfin l'on trouvera également dans ce travail une définition plus exacte de l'*Arthrobotrys superba* et de ses variétés (variété *irregularis* Mat. nouvelle et curieuse) du *Botryosporium hamatum* qui est identique au *Verticillium hamatum*. Ces derniers chapitres ne sont pas de ceux que l'on devra consulter le moins utilement : car bien souvent la description des Mucédinées est si incomplète qu'il est souvent indispensable de découvrir à nouveau leurs véritables caractères et d'en donner une exacte description.

La culture des champignons inférieurs peut également permettre de bien élucider certains points délicats de la distinction des espèces voisines. M. Costantin (1) l'a appliquée à la distinction difficile des *Mycogone rosea* et *perniciosa*. Ces Mycogones sont probablement plus nombreux qu'on ne l'avait cru jusqu'ici ; M. Boudier (2) a signalé le *Mycogone ochracea* sur le *Peziza leucomelas*.

M. Berlèse (3) a cultivé quatre espèces : *Dendryphium rhopaloides*, *Septonema toruloides*, *Rhopalomyces magnum*, *Graphium subtile*.

L'auteur indique l'emploi de l'acide acétique glacial (?) pour l'examen des conidies en place : il préfère ce liquide à l'acide lactique.

MM. Sauvageau et Radais (4), par des cultures suivies, ont démontré que l'on devait rattacher aux champignons un certain nombre d'espèces qui ont été longtemps placées parmi les Bactériacées. Ils décrivent deux espèces qu'ils désignent sous les noms d'*Oospora Metchnikowii* et *Guignardii*, qui ont l'aspect des Bactéries filamenteuses, mais qui sont susceptibles dans certaines circonstances de se terminer à leur extrémité par un chapelet de fines spores. Ils les font rentrer dans le genre *Oospora*. Il y aurait peut-être eu lieu de créer un genre nouveau ou de maintenir l'ancien genre de *Streptothrix*, car ces plantes ont des affinités un peu lointaines avec les *Oospora* vrais, types sur la nature *fongique* desquels personne n'a hésité jusqu'ici. Les parasites qui produiraient le Farcin et l'Actinomycose se rattacheraient d'après ces auteurs à ces plantes.

---

(1) Costantin : *Note sur le Mycogone rosea.* (Bull. de la Soc. myc., 1893, p. 89).

(2) Boudier : *Quelques nouv. esp. de champ. inf.* (Bull. de la Soc. myc., 1891, p. 81).

(3) Berlese : *Sur le développ. de quelques champ. nouv. ou critiques.* (Bull. de la Soc. myc., 1892, p. 94).

(4) Sauvageau et Radais : *Sur deux espèces nouv. de Streptothrix Cohn.* (C. R. de l'Acad. des Sc., CXIV, p. 559. Annales de l'Inst. Past., 1891).

On trouve fréquemment dans les laboratoires des espèces nouvelles, c'est ainsi que M. Grönlund (1) a découvert par la méthode de cultures pures trois espèces (dont deux *Saccharomyces*). Le *Torula novæ Carlsbergiæ* a été rencontré à la surface des liquides de la brasserie du nouveau Carlsberg. Il forme une peau qui fait fermenter le maltose et le sucre de canne. Le développement de ce parasite a un intérêt pour le brasseur, car sous son action le moût de bière prend un goût désagréable.

Un autre champignon, qui offre un autre genre d'intérêt, est l'*Oidium albicans* qui est le champignon du Muguet, M. Weidenbaum (2) l'a cultivé sur différents milieux où son aspect varie beaucoup. Sur milieu liquide sans glucose ni dextrine, il donne des filaments longuement ramifiés; s'il y a du glucose et de la dextrine, le sédiment obtenu est poudreux et rempli de cellules semblables à des levures. En milieu solide, les deux formes coexistent; l'état levure à la surface, l'état filamenteux en profondeur. — D'un autre côté, l'aspect de l'*Oidium lactis* est constant et l'aspect macroscopique diffère nettement. L'*Oidium albicans* ne liquéfie jamais la gélatine, a un optimum de température à 37°, donne des traces d'alcool avec le glucose. L'*Oidium lactis* liquéfie la gélatine à un optimum de 20° et donne des quantités notables d'alcool.

M. Matruchot (3) a cultivé et suivi le développement d'un *Gliocladium viride* qui se ramifie à la manière des *Penicillium* et qui supporte une gouttelette mucilagineuse pleine de spores.

---

(1) Grönlund : *Eine neue Torula-Art und zwei neue Saccharomyses Arten in Neu. Carlsberg untersucht* (Vidensk. Meddelser fra den Nat. Forening Kjobenhaven, 1892. Zeitsch f. ges. Brauwesen, 1892).

(2) Weidenbaum : *Diff. entre l'Oidium albicans et l'O. lactis*. (Tr. des sc. nat. de St-Pétersb., 1891, p. 26).

(3) Matruchot : *Sur un Gliocladium nouveau* (B. de la Soc. myc. 1893, p. 249).

(*A suivre*).

J. Costantin.

Le Gérant, Th. Clerquin.

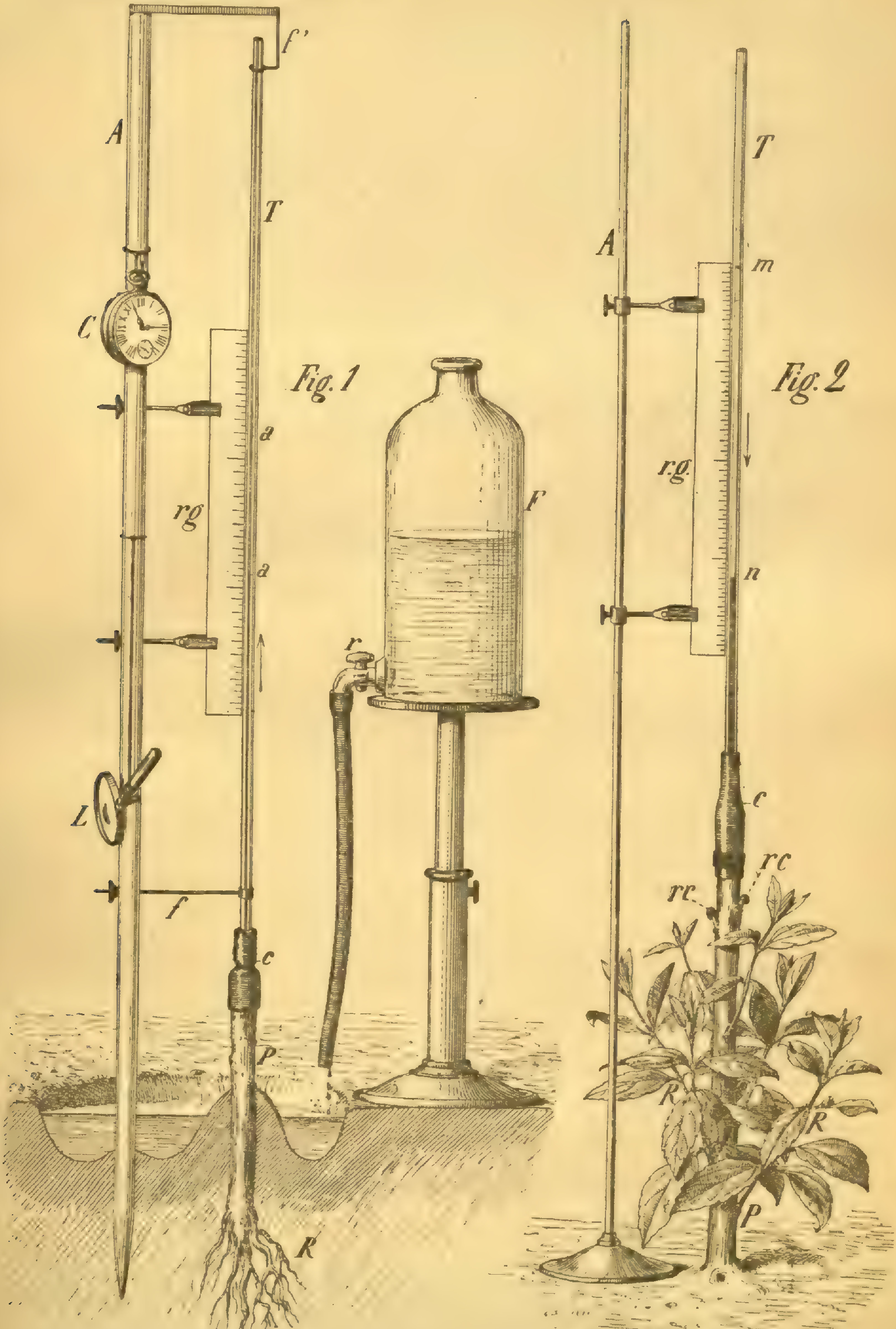

A
f'
T
C
a
rg
a
L
f
c
P
R
F
r
T
A
m
r.g.
n
c
rc
rc
R
R
P

Fig. 1

Fig. 2

Millot del. Imp. Le Bigot. Bordier sc.

Influence de l'humidité du sol sur l'absorption.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les six premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des six premiers volumes de la

Revue générale de Botanique :

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — Bornet : *Ectocarpus fulvescens.* — Guignard : Anthérozoïdes. — Bonnier : Végétation de la vallée de Chamonix ; Lichens et protonémas des Mousses ; Renonculacées de la Flore de France. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Développement des plantes annuelles. — Kolderup-Rosenvinge : Organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — De Planta : Crosnes du Japon. — De Saporta : Palmiers fossiles. — Dupray : Nouvelle espèce de *Spirogyra.* — Prillieux : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — Dufour : Nouvelle espèce de Chanterelle ; Gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — Trabut : *Abies numidica.* — Seignette : Les tubercules. — Costantin ; *Alternaria* et *Cladosporium.* — Poulsen : Phanérogame sans chlorophylle. — Masclef : Hellébores.

Revues : Anatomie (Leclerc du Sablon); Champignons (Costantin); Technique (Dufour); Lichens (Hue); Plantes de l'Asie (Franchet); Physiologie végétale (Jumelle); Paléontologie végétale (de Saporta).

Tome II. — *(576 pages, 25 planches et 205 figures dans le texte).*— Battandier et Trabut : *Pancratium Saharæ*.— Curtel : Transpiration et assimilation pendant les nuits norvégiennes. — Flot : Structure de la tige des arbres. — Heckel : Nouvelle espèce de l'Afrique.— Lesage : Feuilles des plantes maritimes.— Bonnier : La vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées — Daguillon : Feuilles des Conifères.— Russell : Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; *Vicia sepium*.— Jumelle : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration. — Brandza : Hybrides. — Leclerc du Sablon : Sommeil des feuilles. — Aubert : Acides organiques chez les plantes grasses. — de Lagerheim : Un parasite de la Vigne. — Daniel : Tannin des Composées. — Franchet : Bambusées à étamines monadelphes. — Poulsen : Grains d'aleurone.

Revues : Algues (Flahault) ; Botanique forestière (Henry) ; Paléontologie végétale (de Saporta) ; Physiologie et Chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Anatomie (Leclerc du Sablon) ; Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Plantes de la France (Masclef).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — Brandza : Téguments de la graine.— Russell : Ascidies de Chou.— Devaux : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — Bordet : *Carex*. — Aubert : Appareil de MM. Bonnier et Mangin pour l'analyse des gaz. — Viala : Maladie des greffes boutures ; Maladie des raisins.— Prunet : Perforation des Pommes de terre par le Chiendent. — Fayod : Structure du protoplasma. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes. — Daniel : Influence du drainage et de la chaux. — Bastit : Tige et feuille des Mousses. — Conway Macmilian : Plantes européennes introduites dans le Minnesota.— Trabut : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; *Riella*. — Daniel ; Racines napiformes transitoires.— Costantin : Culture des Basidiomycètes. — Magnin : *Cyclamen europœum.*

Revues : Plantes de la France (Masclef) ; Champignons (Costantin) ; Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Technique (Dufour).

Tome IV.— *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — Trabut : *Quercus Mirbeckii*. — Masclef : *Pteris aquilina* sur le calcaire. — Russell : Inflorescence mâle du Noyer.— Jumelle : Recherches physiologiques sur les Lichens.— Dewèvre et Bordage : Mouvements des végétaux. — Leclerc du Sablon : Tubercules des Equisétacées ; Maladie du Platane. — Prunet : Plantes et insectes. — Hervier : Plantes d'Espagne. — Bonnier : Reviviscence des plantules desséchées ; Variations de pression dans la Sensitive.— Aubert : Respiration et assimilation des plantes grasses. — de Janczewski : *Anemone*. — Jacob de Cordemoy : Liliacée exotique. — Costantin et Dufour : La Môle. — Giard : *Lachnidium acridiorum*. — de Lamarlière : Les feuilles à l'ombre et au soleil.

Revues : Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Anatomie (Prunet) ; Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Plantes de la France (Masclef)

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte).* — Duchartre : *Rosa sericea*. — Bonnier : Transmission de la pression à travers les plantes ; Alphonse de Candolle. — Boudier : Tubercules pileux de certains Agarics. — Prunet : Tubercules de la Pomme de terre. — Russell : Sur les pelotes marines. — Costantin : Convergence des formes conidiennes. — Naudin : Fécondation des *Phœnix*. — Mesnard : Pureté de certaines essences végétales. — Warming : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil).— De Lamarlière : Développement de quelques Ombellifères.— Magnin : Végétation des lacs du Jura. — Jaccard : La pression des gaz et le développement des végétaux. — Briquet : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — Boulanger : *Matruchotia varians*. — Palladine : Respiration des feuilles vertes et étiolées. — Leclerc du Sablon : Anatomie de la tige de la Glycine. — Lothelier : Les plantes à piquants. — Costantin et Dufour : Action des antiseptiques sur la Môle.

Revues : Lichens (Hue) ; Algues (Flahault) ; Paléontologie végétale (de Saporta) ; Botanique forestière (Henry) ; Bactéries et fermentations (Boutroux).

Tome VI. — *(544 pages, 21 planches et 57 figures dans le texte).*— Daniel : La greffe ; Applications de la greffe herbacée.— Prunet : Propagation du Pourridié.— Flot : Procédés de micrographie. — Houlbert : Propriétés optiques du bois. — Mesnard : Parfums des plantes. — Devaux : A. Merget.— Mer : Chaudron de Sapin. — Naudin : Littoral de la Provence. — Palladine : Rôle des hydrates de carbone dans la résistance à l'asphyxie. — Trabut : *Marsilia* ; *Œdomyces leproides*.— De Saporta : *Rhizocaulon*.— Prunet : Répartition des engrais.— Costantin et Matruchot : Vert-de-gris, Plâtre et Chanci.— De Lamarlière : Espèces nouvelles de Sphériacées.— Lund : Dessiccation et respiration des tubercules. — Hy : Inflorences. — Dufour et Hickel : Ennemis du Pin. — Bazot : Géographie botanique de la Côte-d'Or. — Bonnier : P. Duchartre ; Plantes arctiques et plantes alpines.

Revues : Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Algues (Flahault) ; Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Champignons (Costantin).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SEPTIÈME

Livraison du 15 Février 1895

N° 74

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1895

LIVRAISON DU 15 FÉVRIER 1895

I. — LA VÉGÉTATION FORESTIÈRE EN LORRAINE PENDANT L'ANNÉE 1893, par **M. Ed. Henry**. 49

II. — ACTION DE L'EAU DU SOL SUR LA VÉGÉTATION (avec planche et figures dans le texte), par **M. Ed. Gain** *(suite)* 71

III. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. H. Jumelle** *(suite)*. 85

IV. — REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS SUR LES CHAMPIGNONS pendant les années 1891 à 1893 (avec figures dans le texte), par **M. J. Costantin** *(suite)*. . . . 94

Cette livraison renferme deux gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

LA VÉGÉTATION FORESTIÈRE
EN LORRAINE
PENDANT L'ANNÉE 1893

par M. Edmond HENRY

L'année 1893 a été désastreuse pour l'agriculture. En Lorraine, la sécheresse a été telle qu'on n'a récolté en fourrage que le tiers et parfois le cinquième d'une année ordinaire, et beaucoup de cultivateurs, devant l'impossibilité de nourrir leur bétail, durent le vendre à des prix dérisoires. Est-ce seulement la végétation des prairies et des céréales qui a souffert de cette sécheresse exceptionnelle? Les arbres forestiers, qui croissent dans des conditions si différentes de celles des plantes agricoles, dont les racines s'enfoncent plus profondément (1) et peuvent profiter plus largement de la réserve d'eau d'un sol beaucoup mieux protégé contre l'évaporation, ont-ils échappé complètement à cette influence? Si non, le dommage n'a-t-il pas varié, suivant les circonstances de végétation, telles que : le sol, qui peut être superficiel ou profond, filtrant ou imperméable; l'enracinement, qui peut être traçant ou pivotant, etc.? Ces points méritent d'autant mieux d'être éclaircis qu'on est loin d'être d'accord, les uns (2) prétendant que les bois n'ont pas souffert de la sécheresse, les autres (3) affirmant qu'ils ont été très éprouvés.

La vigueur de la végétation se mesure par l'accroissement de l'arbre en hauteur et en diamètre. On ne s'est pas occupé de ce premier accroissement ; très difficile, souvent impossible à mesurer sur les arbres âgés dont l'extrémité de la tige se perd dans la ramification de la cime, il a fort peu d'importance pour les arbres *constitués* dont le fût, qui est la partie de beaucoup la plus utile, la plus productive, reste à peu près invariable en hauteur.

---

(1) Il y a cependant des Graminées, le Blé, par exemple, dont les racines s'enfoncent à un mètre et plus; c'est ce qui fait, dit M. Dehérain, que le Blé a trouvé assez d'humidité pour entretenir la végétation, tandis que les herbes des prairies, à racines traçantes, ont séché.

(2) M. Genay, président du Comice agricole de Lunéville, dans un discours prononcé à Einville le 3 septembre 1893.

(3) M. Broilliard manifeste cette opinion à plusieurs reprises dans la *Revue des eaux et forêts*, 1893.

L'accroissement en diamètre, mesuré sur une section transversale, se prête, au contraire, à une détermination exacte, grâce à la distinction généralement facile des couches ligneuses annuelles chez nos arbres indigènes.

Chaque couche commence à se former au printemps, plus ou moins tôt, suivant l'essence, le climat, le sol, le couvert, les variations individuelles (1). Par exemple, les premiers vaisseaux se constituent chez le Chêne (examiné à $1^{m}30$ au-dessus du sol) dès que les bourgeons grossis viennent de s'ouvrir et avant que les feuilles apparaissent au dehors. A partir de ce moment, vaisseaux, fibres et parenchyme ligneux s'organisent sans interruption pendant toute la saison de végétation qui se termine plus ou moins tôt aussi, selon les circonstances déjà indiquées, mais d'habitude vers la fin de l'été ou le commencement de l'automne pour notre région. Avant que l'assise cambiale entre dans son repos hivernal, elle produit une ou plusieurs couches de cellules aplaties tangentiellement et à parois plus épaisses.

Pour les bois à vaisseaux inégaux, les plus gros se trouvent toujours dans la zone interne de chaque couche, qu'on désigne habituellement sous le nom de *bois de printemps*. Ils rendent cette zone plus poreuse et plus pâle que la zone externe (*bois d'automne*) de la même couche où les vaisseaux sont bien plus petits et où les fibres prédominent, si bien que dans ces bois (Chêne, Châtaignier, Orme, Frêne, etc.) les accroissements annuels sont très distincts. Mais il peut arriver que les vaisseaux soient fins, égaux et également répartis dans toute la couche. Il devient difficile, en ce cas, de distinguer les anneaux ligneux annuels, à l'œil nu du moins, ou même à la loupe ; sous le microscope, à un faible grossissement, la chose est possible parce que, comme nous venons de le dire, la ou les dernières assises de chaque anneau sont formées d'éléments bien plus aplatis tangentiellement que les premières assises du bois de printemps de l'anneau suivant. La largeur de la couche annuelle varie, pour une même espèce, selon diverses circonstances, telles que l'âge, la région de l'arbre, le sol où il croît et surtout les conditions climatériques : ces dernières sont évidemment seules à invoquer pour l'explication des différences de largeur des anneaux quand on compare, comme nous l'avons fait dans ces recherches, des couches voisines sur une même section transversale. Si l'anneau fabriqué par l'arbre en 1893 est plus mince que celui de 1892, on peut en conclure légitimement que les conditions de végétation ont été moins favorables en 1893 et la nutrition moins active ; les matières plastiques, formées cette année-là dans les feuilles ou empruntées aux réservoirs nutritifs, ont organisé moins de cellules. En d'autres termes, la détermination exacte des épaisseurs des diverses couches annuelles sur une même section transversale, peut servir à mesurer la vigueur de la végétation dont ces couches ne sont, à proprement parler, que l'expression. Ajoutons que cette donnée est de première importance pour le silviculteur dont le plus vif désir est de voir ses arbres s'accroître rapidement en diamètre et arriver dans le plus court délai aux dimensions convenables pour l'exploitation.

---

(1) Même dans un arbre, comme nous l'avons constaté plusieurs fois, la zone cambiale peut ne pas se mettre à proliférer d'emblée sur tous les points d'une même section transversale.

Le volume obtenu en additionnant les accroissements pris par chaque arbre pendant la saison de végétation constitue la récolte du propriétaire de bois. Cette récolte peut être presque nulle, moyenne ou très bonne, suivant les circonstances. Qu'a-t-elle été en 1893 pour la Lorraine?

Pour arriver à une appréciation aussi exacte que possible, il a fallu examiner un grand nombre d'arbres. On éliminait ainsi les causes d'erreur tenant à des circonstances individuelles (fertilité ou infertilité de l'arbre) (1) ou bien à des accidents (bris de branches, dégâts d'insectes, de champignons, etc.), et on pouvait affirmer que la moyenne trouvée représentait, à très peu près, celle de tout le massif.

Ces arbres, d'âge varié, appartenaient aux principales espèces indigènes de la région; ils ont été pris sur les sols les plus divers, parmi les réserves des taillis sous-futaie ou les massifs de futaie, mais toujours cela va de soi dans des peuplements qui n'avaient subi, depuis une dizaine d'années au moins, aucune opération culturale, de façon que les différences de largeur des accroissements ne pussent être attribuées qu'aux phénomènes climatériques. Les espèces ou, en langage forestier, les *essences* les plus répandues en Lorraine, sont le Chêne (*Quercus Robur* L.) et le Hêtre (*Fagus silvatica* L.). Ce sont, par conséquent, celles qui ont été le plus souvent examinées, d'autant mieux que leur enracinement, très différent, traçant pour le Hêtre, pivotant pour le Chêne, permettait de se rendre compte de l'influence de cette particularité.

---

(1) Hartig a montré (voir *Das Holz der Rothbuche, Berlin, 1888*) que les Hêtres chargés de faînes ont un accroissement de moitié plus mince que les Hêtres voisins qui n'ont pas fructifié. Depuis, ce fait a été vérifié par nous plusieurs fois.

L'épaisseur des accroissements a été presque toujours mesurée à $1^{m}30$ au-dessus du sol, sur la section dite à hauteur d'homme. Normalement, cette épaisseur va en décroissant insensiblement vers la circonférence. Si l'on examine sur une section transversale, prise près du sol, les couches ligneuses d'un arbre ayant crû toujours dans les mêmes conditions, on voit au centre des couches minces, auxquelles succèdent des anneaux plus larges, atteignant bientôt un maximum à partir duquel ils vont en s'amincissant progressivement jusqu'à la périphérie. Comme l'arbre grossit chaque année, il est évident que cette diminution dans l'épaisseur des couches n'est pas incompatible avec une augmentation d'accroissement de la surface de section (accroissement circulaire); cette augmentation persiste jusqu'à 200 ans et plus sur des arbres isolés; mais si, au lieu d'une diminution lente, progressive, on observe une variation brusque et générale, elle ne peut être attribuée qu'à une cause générale aussi, c'est-à-dire aux circonstances climatériques. L'instrument employé permettait de mesurer l'épaisseur de chaque couche à 1/10 de millimètre près, approximation largement suffisante pour le but poursuivi, qui était précisément de constater l'existence de ces variations brusques. Les observations ont été faites de mars à octobre 1894; il n'a donc été possible, en général, que de comparer l'accroissement de 1893 à ceux des années précédentes; mais dans les mesures prises à partir du mois d'août on a noté l'épaisseur déjà formée de l'anneau de 1894.

Avant de donner les résultats de nos recherches et les conclusions qu'ils comportent, rappelons brièvement les caractères qu'a présentés l'année 1893 en Lorraine.

Les grands froids ont commencé le 15 décembre 1892 pour se continuer presque sans interruption jusqu'au 21 janvier en s'accentuant dans la dernière semaine où les minimums ont varié de — 17° à — 21°. En février, la température s'élève d'une manière soutenue si bien que la moyenne de ce mois est supérieure de 2° à sa moyenne ordinaire. En même temps il pleut abondamment plus, même que les deux années précédentes. Jusque-là rien d'anormal. Mais en mars et avril une sécheresse excessive se déclare et, en outre, la température reste chaude (3° au-dessus de la moyenne) ; les pluies cessent presque complètement : du 20 mars au 10 mai, pendant 50 jours, il ne tombe pas une goutte d'eau et un vent sec du Nord-Est, le hâle, vient encore activer le dessèchement.

A partir de cette date, les précipitations sont abondantes; (mai fournit 39^{mm}. contre 14^{mm}. en 1892 et 80^{mm}. en 1891) ; malheureusement elles arrivent trop tard pour agir sur le rendement des prairies. Les trois mois d'été (juin, juillet, août) furent, eux aussi, plus secs que d'habitude ; ce trimestre n'a donné que 187^{mm}. d'eau contre 221^{mm}. en 1892 et 215 en 1891.

En résumé, *pendant* la saison de végétation, de mars à octobre, le sol forestier n'a reçu que 280^{mm}., soit les deux tiers de la hauteur tombée en 1892 et un peu plus de la moitié de celle de 1891, qui fut une année normale ; mais, *à son début*, l'approvisionnement du sol qui, d'après l'opinion générale, joue un si grand rôle dans la végétation forestière, était aussi complet que possible. D'octobre 1892 à fin février 1893, il est tombé, aux environs de Nancy, 418^{mm} d'eau et 360^{mm} seulement dans la même période de l'année précédente.

Si les pluies d'hiver ont l'influence prépondérante sur la végétation forestière, comme le pense Ebermayer, celle-ci aura pu accomplir son évolution normale, puisque la provision du sol à la fin de l'hiver était à son taux habituel. Il n'en a pas été ainsi, surtout dans les sols perméables et pour les espèces à enracinement traçant telles que le Hêtre, et on doit immédiatement en conclure que, dans ce cas, les pluies du printemps et de l'été sont des plus utiles à la forêt. Les chiffres suivants démontrent le fait avec la dernière évidence.

Tableau I. — Végétation du Hêtre en sol calcaire (très perméable).

NUMÉROS	CIRCONF. A 1^m30 AU-DESSUS DU SOL	PROVENANCE	ÉPAISSEUR A 1^m30 AU-DESSUS DU SOL DES ANNEAUX LIGNEUX DE 1893	1892	1891
1° MASSIF DE HAYE, PRÈS NANCY, SITUÉ SUR L'OOLITHE INFÉRIEURE					
	mètr.		millim.	millim.	millim.
1	0.90	Près Maxéville	1.6	3.1	4.3
2	0.90		1.0	2.4	3.8
3		Fourasses de Laxou	1.6	2.8	3.1
4			2.5	3.5	3.0
5			1.4	3.0	3.5
6		Talinté	0.6	1.0	1.8
7			1.2	2.3	3.4
8			1.0	1.9	3.8
9			0.9	1.6	2.3
10			0.8	1.7	2.8
11			1.1	2.4	1.6
12			0.8	1.9	1.1
13	1.20	Remenaumont	0.8	2.0	3.0
14	1.30		0.7	1.6	3.3
15	1.06		0.8	1.0	2.3
16	2.30		1.1	2.3	3.0
17	2.35		0.8	1.1	1.9
18	0.88		1.1	1.8	4.0
19	1.10	Couvers	1.1	1.7	4.0
20	0.90		1.9	3.0	4.2
21			0.7	1.2	2.8
22			1.3	1.6	2.6
23		Près de Maron	0.8	1.2	1.7
24			0.4	1.4	2.6
25			0.6	1.8	2.3
26			1.7	2.4	3.1
27			1.0	1.5	2.4
28		Près de Ludres	1.5	2.3	2.5
29			1.8	2.3	2.5
30	1.50	Fourasses de Velaine	1.2	2.0	3.2
31	1.32		0.5	1.8	2.6
32	0.76		1.1	2.7	3.9
33	0.68		1.0	1.9	3.0
34	1.48	Grande Haye	0.8	2.2	4.1
35	1.38		1.1	2.3	3.9
36	1.05		0.4	1.3	2.6
37	0.81		1.0	1.7	2.2
Somme des accroissements des 37 Hêtres			39.7	73.7	108.2
ou en représentant par 100 l'accroissement de 1891			36.7	68.1	100

NUMÉROS	CIRCONF. A 1m30 AU-DESSUS DU SOL	PROVENANCE	ÉPAISSEUR A 1m30 AU-DESSUS DU SOL DES ANNEAUX LIGNEUX DE		
			1893	1892	1891
2° AUTRES FORÊTS SITUÉES ÉGALEMENT SUR L'OOLITHE INFÉRIEURE					
	mètr.		millim.	millim.	millim.
38		Forêt domaniale de l'Avant-Garde (M.-et-Moselle) .	0.9	2.4	4.0
39			1.5	2.8	3.6
40			1.0	2.1	3.2
41			1.0	1.4	2.3
42			0.6	1.2	2.2
43			1.0	1.3	1.2
44			0.5	1.8	2.5
45	1.34	Bois communal de Saxon (M.-et-Moselle). . . .	1.3	1.8	2.6
46	1.80		1.8	1.8	3.4
47	1.38		2.2	2.4	4.5
48	0.51		1.6	1.2	1.9
Somme des accroissements des 11 Hêtres			13.4	20.2	31.4
ou en représentant par 100 l'accroissement de 1891 . . .			42.6	64.3	100
3° FORÊTS SITUÉES SUR L'ÉTAGE CORALLIEN					
			millim.	millim.	millim.
49		Forêt communale de Pagny-sur-Meuse (Meuse). . .	0.5	1.3	2.5
50			0.5	1.0	2.0
51			0.6	1.7	2.5
52			0.6	1.0	2.0
53			0.3	0.6	2.4
54		Forêt communale de Mauvage (Meuse)	1.2	3.3	5.6
55			1.0	1.7	3.3
56			2.2	2.7	3.5
57			1 0	1.7	2.8
58			1.0	2.7	4.0
59			1.5	2.9	4.8
60			1.2	1.0	3.0
Somme des accroissements des 12 Hêtres			11.6	21.6	38.4
Ce qui donne.			30	56	100

Le tableau ci-dessus mentionne *tous* les Hêtres en sol calcaire que nous avons examinés ; nous pensons qu'on reconnaîtra qu'il était inutile d'en observer un plus grand nombre, puisque les rapports entre les accroissements des trois années sont toujours de même sens :

1893 < 1892 < 1891 (Sur 180 mensurations, il n'y a que deux anneaux de 1893 et trois de 1892 qui accusent une plus grande largeur que ceux de l'année précédente). De plus ces rapports sont à très peu près identiques pour un même massif dès qu'on les calcule sur un nombre d'arbres suffisant. Si, par exemple, nous représentons par 100 la largeur des accroissements formés dans l'année 1891, ceux de 1893 et de 1892 s'exprimeront par les rapports suivants :

Pour les 22 premiers numéros du massif de Haye	36 : 68 : 100
Pour les 15 derniers	35 : 68 : 100

En opérant sur un plus grand nombre d'arbres, on aurait singulièrement compliqué le travail pour arriver à des chiffres certainement très rapprochés des précédents.

L'important massif de Haye, à l'ouest de Nancy, comprend environ 8.000 hectares. Pour être certain que les chiffres trouvés représentent aussi exactement que possible la moyenne de la végétation de tout le massif, on a choisi neuf places d'expériences sur toute son étendue. Le sol, très superficiel, n'a souvent que $0^{m}15$ à $0^{m}20$ de profondeur et repose sur les assises fissurées de l'oolithe inférieur (étages bajocien et bathonien); il est donc très perméable. Nous venons de voir qu'en exprimant par 100 l'accroissement de 1891 qui a été une année normale, celui de 1893 n'est représenté que par 36,7 et celui de 1892 par 68,1; ce qui donne la proportion :

36,7 : 68, 1 : 100

Pour les autres forêts également situées sur l'oolithe inférieure, la relation devient :

42,6 : 64,3 : 100

En d'autres termes, les deux années de sécheresse 1893 et 1892 n'ont pas fabriqué plus de bois que la seule année 1891.

Les Hêtres des forêts assises sur le sol corallien, réputé plus superficiel encore et plus sec que celui de l'oolithe inférieure, ont pâti davantage. Pour eux, on trouve :

30 : 56 : 100

c'est-à-dire que le rendement des deux années 1893 et 1892 réunies n'a même pas égalé celui de 1891.

Cet abaissement brusque et désastreux de production ligneuse a subi heureusement un temps d'arrêt en 1894 ; nous avons mesuré l'épaisseur de l'anneau formé en 1894 sur les Hêtres examinés depuis le 25 juillet et, bien que l'activité de la zone cambiale ne fût certainement pas encore éteinte à cette date, nous avons toujours trouvé l'accroissement de 1894 supérieur à celui de 1893. Ainsi pour les n$^{\text{os}}$ 6-10, la largeur totale des cinq anneaux ligneux est de $8^{\text{mm}}1$ contre $4^{\text{mm}}5$ en 1893 : pour les n$^{\text{os}}$ 23-27, elle est de $7^{\text{mm}}9$ contre $4^{\text{mm}}5$; pour les n$^{\text{os}}$ 30-37, elle est de $13^{\text{mm}}4$ contre $7^{\text{mm}}1$ et enfin pour les n$^{\text{os}}$ 38-44, de $10^{\text{mm}}1$ contre $6^{\text{mm}}5$.

En résumé, le tableau ci-dessus permet d'affirmer que les circonstances climatériques des années 1892 et 1893, mais surtout de 1893, ont eu la plus fâcheuse influence sur la végétation du Hêtre dans les forêts lorraines en sol calcaire, et probablement dans toutes les forêts de France situées sur des sols analogues, puisque la sécheresse a été presque générale dans notre pays. *La production en matière de ces deux années n'équivaut qu'à celle d'une année normale. Les propriétaires de bois ont perdu la récolte d'une année* (1).

---

(1) Cette perte se chiffre par une somme considérable. La forêt de Haye donne par hectare et par an un revenu net moyen de 35 fr., dont les deux tiers environ sont fournis par le Hêtre. Les forêts lorraines situées sur l'oolithe inférieure, partout calcaire, ont sensiblement la même végétation et la même composition de peuplements. Celles qui sont soumises au régime forestier, ou, autrement dit, celles qui appartiennent à l'Etat, aux communes et aux établissements publics, couvrent 68.722 hectares. Admettons, pour rester plutôt en dessous de la réalité, que ces forêts ne rapportent que 30 fr., dont la moitié seulement soit due au Hêtre. La perte dépasserait un million.

Tableau II. — Végétation du Hêtre sur le sol argileux (peu perméable) des étages sinémurien et liasien.

NUMÉROS	CIRCONF.	PROVENANCE	ÉPAISSEUR DES ACCROISSEMENTS DE : 1893	1892	1891
	mètr.		millim.	millim.	millim.
61	1.60	Forêt domaniale de Goviller. (Meurt.-et-Mos.)	2.4	2.7	3.8
62			2.3	2.3	3.5
63			0.6	0.9	2.4
64	0.97	Forêt comm. de Laître-s-Amance. (Meurt.-et-Mos.)	1.6	2.5	3.1
65	1 50		1.2	2.0	3.3
66	1. »		1.1	2.1	3.6
67	1.20		1.1	2.2	2.9
68	1.45		0.8	2.0	2.4
69	1.50		0.7	1.3	1.6
70	0.76		1.9	1.8	3.7
71	1.74	Forêt commun. de Champenoux. (Meurt.-et-Mos).	1.8	2.5	4.2
72	1.24		0.5	1.2	2.0
73	1.31		0.6	1.6	2.5
74	1.50		0.8	3.2	5.2
75	1.50		1.2	1.7	2.6
76	0.70		1.1	2.0	2.3
77	1.06		0.8	1.5	2.0
78	0.86		1.2	1.8	2.5
79	1.18	Forêt doman. de Champenoux. (Meurt.-et-Mos.).	0.7	1.3	2.5
80	0.80		0.8	1.8	2.3
81	0.80		1.1	1.6	2.2
82	0.90		1.2	1.5	2.6
83	1. »		1.3	1.5	2.5
84	0.68	Forêt commun. de Réméréville. (Meurt.-et-Mos.).	0.9	1.7	2.0
85	0.67		1.0	2.0	2.3
Somme des accroissements des 25 Hêtres.			28.7	46.7	70.0
Ou bien, en représentant toujours par 100 l'accroissem. de 1891.			41.	66.7	100

On voit que, sur les sols argileux, profonds et compacts du lias où le Hêtre est d'ailleurs rare, la diminution de production en matière, constatée sur les sols calcaires dans les années 1893 et 1892, s'est fait également sentir.

Ici encore, nous sommes bien en présence d'un fait accidentel dû à des circonstances climatériques, car les n^{os} 71 à 85, examinés en octobre 1894, ont toujours l'anneau ligneux de 1894 plus large que celui de 1893 ; la largeur totale de leurs accroissements est en 1894 de $28^{mm},3$ et seulement de $15^{mm},0$ en 1893.

La comparaison des trois relations obtenues :

	1893	**1892**	**1891**
	—	—	—
Hêtre en sol calcaire (oolithe inférieure)	36.7	68.1	100
	42.6	64.3	100
» » » (corallien)	30	56.0	100
» en sol argileux (lias)	41	66.7	100

met en évidence plusieurs faits :

1° La réduction dans la production ligneuse du Hêtre des années 1892 et 1893 a été considérable sur toutes les espèces de sols.

2° Elle a atteint son maximum sur les sols de l'étage corallien plus superficiels et plus secs encore que ceux de l'oolithe inférieure.

3° Il est intéressant de constater que la végétation du Hêtre pendant ces deux années n'a pas été meilleure sur les sols argileux que sur les sols calcaires. C'est un résultat qu'on ne pouvait prévoir et qui semble en contradiction avec ce que l'on sait des différences considérables que présentent ces deux genres de sol au point de vue des quantités d'eau qu'ils peuvent absorber et retenir.

Si le Hêtre peut être regardé, parmi les espèces forestières à feuilles caduques, comme le type des arbres à enracinement superficiel, le Chêne est toujours cité comme celui des arbres à enracinement profond.

Le Hêtre, arrivé à maturité, présente un réseau de racines assez fortes qui courent dans les couches superficielles du sol et ne s'enfoncent jamais comme celles du Chêne. Les racines de ce dernier pénètrent profondément chaque fois que le sol le permet. Dans la jeunesse, le système radiculaire est représenté surtout par la racine primaire (le pivot) qui s'enfonce très avant, les racines

Tableau III. — Végétation du Chêne en sol calcaire.

NUMÉROS	CIRCONF.	PROVENANCE	ÉPAISSEUR A $1^{m}30$ AU-DESSUS DU SOL DES ANNEAUX LIGNEUX DE		
			1893	1892	1891
1° MASSIF DE HAYE, PRÈS NANCY, SITUÉ SUR L'OOLITHE INFÉRIEURE					
	mètr.		millim.	millim.	millim.
86	0.90	Près Maxéville. . .	2.3	2.3	2.7
87	0.75		1.4	1.7	2.3
88		Fourasses de Laxou.	0.7	1.0	0.8
89			0.	1.1	1.3
90			0.7	1.1	1.1
91		Talinté.	0.4	0.6	1.0
92			0.4	0.6	1.1
93			1.2	1.6	1.8
94	0.60		0.8	1.1	1.6
95	0.45		1.8	2.1	2.5
96	1.50	Reménaumont . . .	0.6	0.6	0.8
97	1.72		0.4	0.6	0.6
98			1.0	1.6	2.5
99			0.8	0.9	1.4
100			0.6	0.9	1.3
101		Couvers	0.8	1.3	1.7
102			0.9	1.4	1.8
103	0.76		0.9	1.5	1.6
104	1.03		0.3	0.5	0.6
105	0.71		0.9	1.3	1.4
106	0.75		0.9	1.3	1.8
107	1.70		0.7	0.9	1.0
108	0.63	Bois communal de Vandœuvre. . .	0.7	0.7	1.0
109	0.70		1.7	1.7	2.0
110	0.46		0.7	0.7	1.4
111	0.76		1.4	1.4	2.0
112	0.65		1.1	1.1	1.1
113	1.35		0.8	1.1	1.1
114	0.78		0.8	1.4	1.3
115	1.35		1.5	1.8	1.8
116	0.89		1.0	1.4	1.4
Somme des accroissements des 31 Chênes. .			28.3	37.3	45.8

NUMÉROS	CIRCONF.	PROVENANCE	ÉPAISSEUR A 1^{m}30 AU-DESSUS DU SOL DES ANNEAUX LIGNEUX DE		
			1893	1892	1891
2° AUTRES FORÊTS SITUÉES ÉGALEMENT SUR L'OOLITHE INFÉRIEURE					
	mètr.		millim.	millim.	millim.
117		Forêt domaniale l'Avant-Garde (Meurthe-et-Moselle). . .	0.6	1.0	1.0
118			0.5	0.6	0.7
119			0.5	0.7	0.6
120	1.24	Forêt communale de Saxon (Meurthe et-Moselle) . .	0.8	1.0	1.0
121	0.49		1.1	1.1	1.3
122	0.61		1.2	1.5	1.2
123	0.90		1.4	1.6	1.5
124	1.46		1.1	1.6	1.3
125	0.72	Plateau de Malzéville, près Nancy	0.7	1.1	1.5
126	0.59		0.7	1.1	1.6
Somme des accroissements des 10 Chênes .			8.6	11 3	11.7
3° FORÊTS SITUÉES SUR L'ÉTAGE CORALIEN					
127		Forêt communale de Pagny-sur-Meuse (Meuse). . .	0.9	1.0	1.0
128			0.5	1.3	1.3
129		Forêt communale de Mauvages (Meuse).	0.5	0.9	0.9
130			0.5	0.5	0.5
131			1.1	1.2	1.2
132			0.9	1.1	1.6
133			0.8	1.8	1.0
Somme des accroissements des 7 Chênes. .			5.6	6.8	7.5

Tableau IV. — Végétation du Chêne sur le sol argileux (peu perméable) des étages sinémurien et liasien.

NUMÉROS	CIRCONF.	PROVENANCE	ÉPAISSEUR A 1^m30 AU-DESSUS DU SOL DES ANNEAUX LIGNEUX DE		
			1893	1892	1891
	mètr.		millim.	millim.	millim.
134		Forêt domaniale de Goviller. (Meurthe-et-Mos.).	1.4	1.5	1.7
135	1.05		1.2	1.4	1.3
136	1.05		0.7	1.0	0.7
137	0.60		1.0	1.2	1.4
138			1.7	2.2	2.4
139			1.2	1.4	1.7
140	0.50		0.9	1.1	1.1
141			2.0	2.7	4.0
142			1.8	2.1	2.9
143			3.9	4.3	3.9
144			0.6	1.2	1.8
145			0.9	0.9	0.9
146			1.4	1.8	1.8
147			1.4	1.6	2.0
148			1.0	1.0	1.3
149			2.0	2.0	2.2
150			1.9	2.4	2.5
151	1.30	Forêt comm. de Laître-s-Amance. (Meurthe-et-Mos.).	1.3	2.0	2.5
152	0.85		1.4	1.8	1.4
153	1.70		1.4	2.0	2.2
154	2. »		0.8	1.9	2.4
155	0.82		1.0	1.3	1.1
156	0.70		1.7	2.3	2.4
157	0.85		1.1	1.9	1.5
158	1.20		1.3	1.7	1.6
159	1.60		1.8	2.6	2.6
160	0.82		2.2	2.6	2.6
161	0.81	Forêt commun. de Champenoux. (Meurthe-et-Mos.).	1.7	1.5	2.1
162	1.98		1.0	1.3	1.6
163	2.08		1.6	2.3	2.3
164	0.59		0.8	1.2	1.5
165	0.97		0.7	1.0	1.1
166	1.60	Bois d'Essey (près Nancy).	1.0	1.2	1.5
167	1.33		0.7	0.9	1.0
168	1.33		1.5	2.1	2.5
169	1.40	Forêt communale de Praye. (Meurthe-et-Mos.).	1.5	1.6	2.1
170	1.55		1.5	1.8	2.4
171	1.02		1.6	1.7	2.3
172	0.72		2.3	2.4	3.0
Somme des accroissements des 39 chênes.			55.1	68.7	77.3

latérales étant rares et peu développées ; mais plus tard, celles-ci s'accroissent vigoureusement et tendent toujours plutôt à descendre qu'à s'étaler.

L'humidité des couches profondes du sol, inutilisable pour le Hêtre, pourra donc servir à la végétation du Chêne et il est probable que dans les années de sécheresse il pâtira moins que le Hêtre. C'est ce qui ressort avec la plus grande netteté des tableaux ci-dessus où l'on a, comme pour le Hêtre, mesuré les accroissements de 1893, 1892 et 1891 sur un certain nombre de Chênes convenablement choisis, ayant crû, les uns en sols calcaires très perméables, les autres en sols fort peu perméables d'argile ou de sable fin.

D'après les chiffres du tableau III, si l'on prend encore pour unité l'accroissement de 1891, on trouve comme rapport des deux autres à celui-là :

	1893		1892		1891
Pour le massif de Haye.	61.8	:	81.4	:	100
Pour les autres forêts sur sol oolithique.	73.5	:	96.6	:	100
Pour les forêts sur sol corallien . . .	74.6	:	90.6	:	100

On voit que la végétation du chêne ne s'est guère ressentie de la sécheresse de 1892 ; sauf pour le massif de Haye, qui a le plus souffert, les accroissements sont de fort peu inférieurs à ceux de 1891 et cette diminution dépasse à peine les limites de la décroissance normale qu'on observe dans les couches à mesure qu'on avance vers la périphérie. En 1893, elle s'accentue, surtout pour la forêt de Haye, mais en restant toujours très inférieure à celle que nous avons constatée sur les Hêtres ; au lieu d'atteindre 60 % et 70 % elle n'est plus que de 25 %, sauf pour la forêt de Haye, où elle s'élève à 40 % de la production en 1891.

Pour le tableau IV, si, pour faciliter les comparaisons, nous prenons les mêmes rapports que ci-dessus, nous obtenons la proportion 71, 2 : 88,8 : 100.

Enfin nous avons observé la végétation du Chêne, sur des sols siliceux à grain très fin, dont les propriétés physiques se rapprochent beaucoup de celles des sols argileux et qui forment, comme ces derniers, des terrains compacts et fort peu perméables, mouilleux par places.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau V. — Végétation du Chêne sur les sols siliceux à grain très fin du grès infra-liasique.

NUMÉROS	CIRCONFÉRENCE	PROVENANCE	ÉPAISSEUR DES ANNEAUX LIGNEUX 1893	1892	1891
	mètr.		millim.	millim.	millim.
173	1 70	Forêt communale de Hymont (Vosges).	2.1	1.9	2.1
174	2.50		1.8	2.0	2.3
175	1.60		0.8	1.3	1.3
176	. .		0.9	1.0	1.2
177	1.60		2.0	2.1	3.0
178	1.60		2.5	2.0	2.9
179	1.75		1.0	1 3	1.6
180	1.15		3.1	3.1	3.9
181	1.40		1.6	1.7	1.7
182	1.28		0.7	0.9	1.0
183	0.90		0.8	1 3	1 2
184	1.35		1.1	1.2	1.8
185	1.40		0.9	1.3	1.4
186	1.15		1.1	1.0	1.4
187	1.05		1.2	1.3	1.4
Somme des accroissements des 15 chênes.			21.6	23.4	28.2

Pour cette forêt en sol siliceux, le rapport entre les accroissements est 76,5 : 83 : 100.

Si l'on compare la végétation du chêne sur les divers sols :

Sol calcaire	Massif de Haye	61.8	81.4	100
	Autres forêts oolithiques	73.5	96.6	100
	Forêts en sol corallien.	74.6	90.6	100
Sol argileux.		71.2	88 8	100
Sol siliceux (à grain très fin)		6.	83.0	100

On voit que partout il y a eu diminution progressive dans la production ligneuse du Chêne depuis 1891 (1) et qu'elle est, fait singulier, presque aussi accusée sur les sols argileux que sur le calcaire fissuré de la forêt de Haye.

---

(1) Pour le Chêne comme pour le Hêtre, cette diminution s'est heureusement arrêtée cette année ; les accroissements des n^{os} 103-116 forment un total de $15^{m},6^{m}$ en 1894 contre $13^{m},2^{m}$ en 1893; ceux des n^{os} 161-165 donnent 9^{mm} en 1894 et $5^{m},8^{m}$ seulement en 1893.

Mais c'est surtout la comparaison avec la végétation du Hêtre qui est instructive. Nous avons vu que les rapports fournis par le Hêtre étaient :

Pour les sols calcaires . .	oolithiques .	forêt de Haye.	36.7 : 68.1 : 100
		autres forêts .	42.6 : 64.3 : 100
	coralliens.		30.0 : 56.0 : 100
— argileux			41.0 : 66.7 : 100

Ce qui frappe d'abord, c'est que, dans tous les sols, le Chêne a beaucoup moins souffert que le Hêtre.

Ce fait ne peut être attribué qu'à des différences spécifiques (enracinement, durée de végétation, etc.) ; car les Chênes ont été pris dans le voisinage immédiat des Hêtres de même provenance, si bien que les conditions de station (sol et climat) doivent être regardées comme identiques.

1° Tandis que la production ligneuse du Hêtre en 1893 ne représente que 30 à 42 °/₀ de celle de 1891, celle du Chêne atteint 62 à 76 °/₀. Il en est de même, toute proportion gardée, pour l'année 1892.

Le Hêtre à poids égal de feuillage transpire beaucoup plus que le Chêne (1) et il lui faut trouver dans les couches superficielles du sol l'énorme masse d'eau qui lui est nécessaire. S'il ne tombe pas de pluie au printemps, la réserve hivernale diminue vite par suite du réveil de la végétation ; elle devient bientôt insuffisante quand, à cette première cause, vient s'ajouter, comme en 1893, le dessèchement produit par des hâles persistants ; l'équilibre entre l'absorption et la transpiration est rompu et la production ligneuse s'en ressent dans une large mesure. Le Chêne est mieux armé contre la sécheresse. Outre que la transpiration est plus faible que celle du Hêtre, ses racines profondes plongent dans des couches moins appauvries en eau. C'est pour la même raison que le Blé, dont les racines s'enfoncent à un mètre et plus, a mieux résisté que les herbes des prairies.

2° Sur l'argile, l'effet a été sensiblement le même pour les deux essences que sur le calcaire. Les Chênes et les Hêtres venus dans le sol argileux, compact et profond de la forêt de Champenoux ont été aussi éprouvés que ceux qui ont crû dans le sol pierreux, meuble et superficiel de la forêt de Haye, malgré les grandes différences physiques que présentent ces deux genres de terrain.

---

(1) D'après Von Hõnel, 100 grammes de feuilles de Hêtre ont évaporé pendant la saison de végétation, en 1878, 47 kilog. d'eau, en 1879, 86 kilog. et en 1880, 91 kilog., tandis qu'un même poids de feuilles de chêne n'a transpiré que 28 kilog., 66 kilog. et 69 kilog.

Dans tout sol forestier, la couche superficielle, située immédiatement au-dessous de la couverture, est ordinairement la plus humide ; au-desssous vient la zone la plus sèche, celle qui est sillonnée par les racines ; plus bas on trouve un taux un peu plus élevé assez constant. Mais après une longue période de sécheresse, cette couche superficielle devient au contraire la plus pauvre en eau, même dans les sols argileux et malgré la présence d'un dôme épais de feuillage et d'une abondante couverture de feuilles mortes (1). Quoique ces sols renferment encore dans de telles conditions, une notable proportion d'eau, ils la cèdent très difficilement aux végétaux et ceux-ci y souffrent autant de la sécheresse que dans le sable aride.

Sachs a trouvé que des feuilles de Tabac se fanaient dans un sol argileux ayant 8 % d'eau, tandis que, dans du sable quartzeux à gros grains, elles ne se fanent que si l'humidité descend à 1,5 %. Quelle que soit du reste la raison du fait, il est indéniable. Les tableaux précédents montrent qu'une sécheresse persistante pendant la période de végétation est, pour les forêts de Chêne et de Hêtre, aussi préjudiciable sur les terrains argileux que sur les calcaires.

3° Nous avons déjà cité l'opinion exprimée par certains auteurs, que les pluies d'hiver étaient les plus importantes pour la végétation forestière (2). Loin de nier leur très grande utilité, nous pensons, avec Ebermayer, que c'est à elles que les forêts du Sud de l'Europe doivent de se maintenir malgré les étés chauds et secs qu'elles supportent. Mais, d'autre part, il semble difficile, quand on voit la production ligneuse se réduire, dans certains sols, au tiers du rendement normal, de refuser aux pluies d'été une influence au moins égale.

---

(1) Dans la forêt de Champenoux, assise sur les argiles du lias, il y avait, le 7 novembre 1894, 22,4 o/o d'eau à 0m 20 de profondeur et 18,5 o/o à 0m 50, tandis que le 28 septembre 1887, après une longue période de sécheresse, le sol à 0m 20 ne contenait que 14,3 o/o d'eau et 16,9 o/o à 0m 50.

(2) « Les pluies d'hiver sont les plus efficaces pour la forêt ... Un hiver sec est beaucoup plus préjudiciable à la forêt qu'un été sec.... » Ebermayer : Die Lehre der Waldstreu. Berlin, 1876, p. 180.

Cette énorme réduction est bien due à l'insuffisance des pluies pendant le cours de la période de végétation; car au premier printemps, le sol des forêts des environs de Nancy possédait son approvisionnement habituel d'eau, ainsi qu'il ressort du tableau suivant qui donne, par saison, la hauteur d'eau tombée à Nancy dans les années 1890, 1891, 1892 et 1893.

	1890	1891	1892	1893
	millim.	millim.	millim.	millim.
Hiver.	106.8	54.4	279.1	198.3
Printemps	148.5	172.3	59.5	57.4
Été.	235.7	215.7	221.3	187.0
Automne.	228.9	233.0	272.4	259.9
	719.9	675.4	852.3	702.6

L'automne et l'hiver de l'année météorologique (1er septembre-1er mars) correspondent à peu près pour nos régions à la période de repos de la végétation, période pendant laquelle le sol reconstitue sa provision d'humidité : c'est en septembre et au commencement d'octobre qu'elle atteint d'ordinaire son minimum. Dans la saison froide, l'évaporation diminue beaucoup L'abaissement de la température, la grande humidité relative de l'air et surtout l'arrêt de la végétation provoquent un excédant de l'eau apportée sur celle qui disparaît. Le sol se sature peu à peu et atteint son maximum d'humidité en février-mars. Lors du réveil de la végétation, ce taux s'abaisse rapidement et cette diminution continue pendant l'été, bien qu'elle soit atténuée par les pluies abondantes de cette saison. En admettant que la saison de végétation corresponde au printemps et à l'été météorologiques, on voit qu'il est tombé :

Pendant la saison	de végétation	de 1890	380mm	d'eau
»	de repos	de 1890-91	280	»
»	de végétation	de 1891	390	»
»	de repos	de 1891-92	510	»
»	de végétation	de 1892	280	»
»	de repos	de 1892-93	490	»
»	de végétation	de 1893	240	» (1)

---

(1) Ces chiffres sont extraits du Bulletin d'observations météorologiques de Meurthe-et-Moselle, rédigé par M. Millot.

Les deux dernières années, remarquables par la rareté des pluies de printemps et d'été, se sont montrées, l'une (1892) médiocre, l'autre (1893) mauvaise pour la végétation forestière, tandis que les deux précédentes ont été bonnes. Celles-ci avaient reçu dans la même période des chutes d'eau beaucoup plus abondantes. On ne voit point, par contre, que les grandes pluies hivernales de 1891-1892 et 1892-1893 aient beaucoup profité à la végétation suivante, ni que la faible hauteur d'eau tombée dans l'hiver 1890-91 ait nui le moins du monde à la production ligneuse de 1891, qui a plutôt dépassé la moyenne.

Les Chênes et les Hêtres forment la très grande majorité des arbres des forêts lorraines de plaine; l'étude de leur végétation s'imposait tout d'abord si l'on voulait se rendre compte des pertes causées par la sécheresse; mais les essences auxiliaires ont été aussi plus ou moins éprouvées, comme le montrent les deux exemples suivants, auxquels nous nous bornons, pour ne pas fatiguer le lecteur. Le premier se rapporte au Charme (*Carpinus Betulus* L.), l'espèce la plus importante des forêts de la plaine lorraine après le Chêne et le hêtre.

NUMÉROS	CIRCONF.	PROVENANCE	ÉPAISSEUR DES ANNEAUX LIGNEUX		
			1893	1892	1891
	mètr.		millim.	millim.	millim.
188	0.72	Bois comm. de Laître-s-Amance. (sol argileux)	0.3	1.2	1.2
189	1.00		1 0	2.0	1.8
190	0.30		0.5	1.1	1.3
191	0.43		1.2	2.1	1.8
192	0.84	Bois communal de Champenoux. (sol argileux)	1.4	2.1	1.8
193	0.75		0.5	1.2	1.8
194	0.79		1.0	1.4	1.6
195	0.55	Bois communal d'Essey-l-Nancy (sol argileux)	0.5	1.6	1.9
196	1.12		1.4	2.3	2.3
197	0.60		0.5	1.7	2.1
198			1.6	3.0	3.2
199		Forêt domaniale de Goviller. (sol argileux)	1.4	1.8	2.1
200	0.50		0.2	0.4	0.8
201	8.57	Plateau de Malzéville (calcaire)	0.4	1.0	1.2
202	0.59	Bois de Saxon (sol calcaire).	1.6	2.5	3.6
203		Bois commun. de Hymont (sol siliceux à grain très fin)	0.9	2.0	2.7
204			3.0	3.4	4.4
Somme des accroissements des 17 charmes.			17.4	30.8	35.6

Ce qui donne la proportion :

48,8 : 86,5 : 100.

Le Charme, dont l'enracinement est moins superficiel que celui du Hêtre, moins profond que celui du Chêne, a souffert en 1893 moins que le premier et plus que le second ; sa production n'a pas atteint la moitié de celle de 1891.

Les Frênes, Ormes, Bouleaux, Cerisiers, Tilleuls, Érables, examinés, ont donné des résultats analogues.

On pouvait enfin se demander si les résineux qui gardent leurs feuilles l'hiver, et qui évaporent 5 à 6 fois moins d'eau que les arbres à feuilles caduques, avaient autant souffert que ceux-ci de la sécheresse. Les chiffres ci-dessous, relatifs à des Épicéas (*Abies excelsa* DC.) plantés çà et là dans les massifs forestiers, montrent que cette espèce a subi une diminution d'accroissement presque égale à celle du Hêtre, auquel elle ressemble beaucoup par son enracinement.

NUMÉROS	CIRCONF.	PROVENANCE	ÉPAISSEUR DES ANNEAUX LIGNEUX		
			1893	1892	1891
	mètr.		millim.	millim.	millim.
205	0.47	Forêt domanˡᵉ de Haye	1.5	2.7	4.4
206		id.	1.7	3.0	4.4
207	0.60	Forêt domaniale de Champenoux	3.2	5.6	7.0
208	0.44	Plateau de Malzéville	0.4	0.6	0.9
209	0.56	id.	0.9	0.9	1.0
210	0.47	id.	2.3	3 3	3.7
211	1.07	Bois communal de Hymont. .	1.7	5.2	7.5
212	0.60	id.	2.7	4.0	4.1
Somme des accroissements des 8 Épicéas. .			14.4	25.3	33.0

En rapportant les accroissements de 1893 et de 1892 à celui de 1891, pris comme unité, on a la proportion :

43,6 : 76,6 : 100.

En résumé, nous croyons avoir démontré :

1° Que la sécheresse extraordinaire de 1893 a influé d'une manière évidente, en Lorraine, sur la végétation de tous les arbres des forêts (feuillus et résineux) aussi bien que sur la plupart des cultures agricoles;

2° Que la production ligneuse de cette année a été, par ce fait, réduite à un chiffre variant entre 30 0/0 et 76 0/0 du rendement d'une année normale;

3° Que cette baisse de production dépend essentiellement de l'enracinement de l'espèce considérée, fort peu de la nature du sol;

4° Enfin que, en Lorraine du moins, les pluies qui surviennent pendant la saison de végétation ont, toutes choses égales d'ailleurs, plus d'influence sur la végétation forestière que les pluies hivernales.

ACTION DE L'EAU DU SOL

SUR LA VÉGÉTATION

Par M. Edmond GAIN *(Suite)*

III. Conséquences biologiques de la sécheresse ou de l'humidité du sol.

Différentes recherches sur l'hygroscopicité des sols (1) et leur aptitude à la dessiccation (2) ont prouvé que les sols ont chacun des propriétés très différentes. Si l'on établit pour les sols types trois des principaux coefficients qui interviennent dans leur *teneur en eau*, on a les trois tableaux suivants pour les sols que nous avons employés.

I Faculté d'imbibition d'une terre		II Coefficients d'hygroscopicité (d'après la méthode de Schübler)		III Coefficient d'évaporation	
Sable	25 °/o	Sable siliceux	0	Sable	90
Argile	40 °/o	Sable calcaire	1,5	Terre de jardin fine	80
Calcaire	70 °/o	Argile	17,5	Calcaire	65
Terre de jardin	89 °/o	Terre de jardin	26	Argile	35
Humus	190 °/o	Humus	60	Humus	20

Ceci établi, nous voyons que la résultante ne sera pas douteuse pour le *sable*, ni pour l'*humus*.

Ces deux sols occupent dans les trois tableaux les deux extrémités. Nous pouvons donc dire qu'après une sursaturation du sol en eau et un égouttage suivi de sécheresse de l'air, l'humus sera le sol qui contiendra le plus d'eau et le sable celui qui en renfermera le moins.

---

(1) Schübler, trad. Gasparin : Traité de la détermination des terres arables. — Recherches sur les propriétés physiques des terres. Cours d'agriculture, t. I.

(2) Masure : Absorption de l'eau par les sols. An. agron., t. 8, p. 161.

Au contraire, pour l'argile, le calcaire et la terre de jardin surtout, leurs places respectives dans la série est très incertaine. Cela tiendra à leur texture, à la plus ou moins grande pureté de leurs éléments ou même à leur composition générale. Ainsi, pour la terre du jardin du Laboratoire de Fontainebleau, c'est de beaucoup le sable qui domine, de sorte que ses propriétés sont voisines de celles du sable pour l'hygroscopicité et l'imbibition. Comme naturellement c'est une terre fine qui a un coefficient d'évaporation très élevé, il s'en suit que pour nos expériences, sa place est comme dans le tableau III.

Ceci nous donne des renseignements sur la teneur en eau d'un sol nu, saturé, puis abandonné à l'évaporation ; ce qui nous intéresse, c'est d'expérimenter sur des sols portant des plantes très différemment adaptées à la sécheresse et de comparer les résultats.

Il est bien prouvé par des expériences de Sachs que les différentes plantes se fanent dans un sol déterminé lorsque ce sol renferme des quantités d'eau très variables. Dans une terre argileuse, le Tabac par exemple, se fane lorsque la teneur du sol en eau est de 8 p. 100; dans un autre sol, au contraire, il se fane seulement lorsque le taux d'humidité tombe au-dessous de 1,5 p. 100.

Partant de ce fait, j'ai cherché à résoudre une question importante non élucidée à priori.

Quand on compare la végétation de plusieurs plantes, dans des sols différents, trouve-t-on toujours entre elles les mêmes rapports au point de vue de leur résistance à la sécheresse ? Le taux d'humidité au moment où elles succombent est-il le même pendant toute la végétation?

Je me propose de tirer de cette étude des conclusions précises pour la plupart de nos plantes cultivées, et je ne donnerai ici que quelques chiffres qui permettent de poser la question théorique et de l'envisager sous ses diverses faces.

1. RÉSISTANCE DES PLANTES A LA SÉCHERESSE DU SOL.

Les expériences ont été faites dans des pots pour éliminer l'influence du sous-sol. Ces pots étaient rangés en six séries correspondant aux types de terre arable (sable, argile, humus, calcaire, terre de bruyère, terre de jardin). Les plantes sur lesquelles on a expérimenté sont *Phaseolus vulgaris* L., *Erigeron canadensis* L., qui résistent bien à une assez forte sécheresse, et *Lupinus albus* L., qui a un optimum d'humidité assez élevé. Il y avait trois pieds par pots, ce qui permettait de saisir le moment moyen de la fanaison.

Après avoir arrosé abondamment pour obtenir des plantes portant des feuilles, on a cessé d'entretenir l'humidité et l'on a attendu la fanaison des plantes pour cause de sécheresse.

M. Duchartre a montré (3) que la fanaison peut provenir d'une rupture d'équilibre entre l'absorption et la transpiration, ou bien de la sécheresse absolue du sol. On a attendu ce dernier stade. On a alors dosé la teneur centésimale du sol en eau en prenant les échantillons de terre au milieu du pot entre les racines. Il faut éviter de prendre l'échantillon contre la paroi, on introduirait une cause d'erreur, car la terre cuite est poreuse.

Voici les résultats obtenus (1) dans deux expériences faites en même temps, dans les mêmes conditions ; les plantes avaient plusieurs feuilles bien développées, mais étaient loin de leur floraison :

Erigeron canadensis			*Lupinus albus*			*Phaseolus vulgaris*		
Sols	Exp. n°1	Exp. n°2	Sols	Exp. n°1	Exp. n°2	Sols	Exp. n°1	Exp. n°2
Terre de Bruyère	9.26	9,40	Argile	11.50	11.35	Terre de Bruyère	10.73	10.60
Argile	7.73	7.78	Terre de Bruyère	10.90	11.10	Argile	9.73	9.58
Humus	6.80	6,83	Humus	6.86	6.95	Humus	6.10	5.92
Calcaire	4.19	4.25	Calcaire	5.15	5.23	Calcaire	2.94	2.90
Terre de Jardin	2.30	2.40	Terre de Jardin	2.82	2.91	Terre de Jardin	1.79	1.88
Sable	0.45	0.48	Sable	0.76	0.75	Sable	0.33	0.35

---

(3) Duchartre : *Observations sur la fanaison et sur les causes qui la déterminent.* Bull. Soc. Bot. de Fr., t. IV, 1857, p. 112. — Journal Soc. imp. et centr. d'Hort., III, 1857, p. 77. — Comptes-rendus, XLII, 1856, p. 428. — Ann. Sc. Nat., 4^{e} série, LXV, 1861, p 109.

(1) Il faut bien se rendre compte que les chiffres du tableau n'ont pas de valeur absolue. Ce sont des termes qui sont parfaitement comparables entre eux, mais leur valeur relative dépend d'un grand nombre de facteurs : dimensions des pots, température, plus ou moins grande pureté de chacun des sols types, etc.

Comme on peut le voir, l'ordre, pour chaque plante, est le même pour tous les sols ; la seule exception consiste dans l'interversion de l'ordre (argile-terre de bruyère) au lieu de (terre de bruyère-argile) pour le Lupin.

Les trois plantes se fanent donc :

Dans la terre de bruyère ne renfermant que 9,26 à 11,5 p. 100 d'eau.
l'argile — 7,73 à 11,1 —
l'humus — 5,9 à 6,5 —
le calcaire — 2,9 à 5,23 —
la terre de jardin — 1,79 à 2,82 —
le sable — 0,33 à 0,76 —

et, si on suit leur ordre de fanaison, on voit que, pour les quatre derniers sols, les plantes se fanent tout à fait dans le même ordre.

Lupin, Erigeron, Haricot.

Pour les deux sols riches en eau, on trouve :

Terre de bruyère = Lupin, Haricot, Erigeron.
Argile = Lupin, Haricot, Erigeron.

Ainsi, ce que l'on connaît de la résistance de ces trois plantes à la sécheresse et de leur habitat, concorde avec les données expérimentales : le Lupin est la plante qui, pour un sol quelconque, exige le plus d'eau, l'Erigeron et le Haricot viennent ensuite. On possède donc ainsi un moyen commode de comparer la résistance des différentes plantes de la sécheresse.

Un enseignement très utile ressort également des chiffres précédents, c'est, pour toutes les plantes, la différence énorme qui existe entre l'eau nécessaire à un sol argileux et celle qui est nécessaire à un sol sablonneux pour empêcher les plantes de se faner et de périr par la sécheresse. Dans nos expériences il faut à l'argile plus de 10 p. 100 d'eau pour empêcher le Lupin de succomber, il suffit dans le sable de 0,8 p. 100.

Étant donné une localité qui reçoit une certaine moyenne de pluie, la même espèce végétale s'y trouvera comme on le voit dans des conditions bien différentes pour lutter pendant la sécheresse contre le manque d'eau.

Supposons que pour une région géographique la sécheresse du sol puisse descendre à 3 p. 100. Les trois plantes que nous venons d'étudier se conduiront de la façon suivante : si le sol est du sable ou de la terre de jardin toutes les trois pourront survivre. En sol calcaire, le Haricot seulement continuera sa végétation. L'humus, l'argile, la terre de bruyère ne conserveront aucune des trois espèces.

Si on considère que dans la nature, on trouve, en outre, des terres arables mixtes renfermant en proportions variées les divers types de sols, on conçoit combien les conditions de végétation sont influencées par la plus ou moins grande quantité d'eau que peut retenir le substratum ; la lutte pour l'existence est, de plus, plus ou moins facile pour une espèce végétale donnée, dans un sol déterminé. Peut-être pourrait-on expliquer ainsi certains faits de la répartition géographique des espèces végétales. Sans nul doute, dans beaucoup de cas où l'on fait intervenir la composition chimique du sol, il faut seulement voir comme cause déterminante de l'habitat, ses propriétés physiques qui commandent la teneur en eau ; ce sont, d'une part, les différences d'imbibition et d'aptitude à la dessiccation, et d'autre part, l'hygroscopicité qui est, il faut le dire, surtout en rapport avec la texture chimique. Cette dernière remarque explique en outre pourquoi on est tenté d'attribuer à la composition chimique une influence dominante en géographie botanique, c'est que réellement il y a des propriétés physiques des terres arables, qui dérivent directement de leur composition chimique, comme il y en a d'autres qui en sont souvent indépendantes (texture des différents éléments, proportion des éléments fins, intervalles capillaires, tassement ou ameublissement, densité, etc...).

En un mot, comme l'a dit De Candolle il y a déjà longtemps, « la nature chimique du sol agit plutôt par les qualités physiques qui en découlent que directement. »

Kirwan a très anciennement démontré que dans les contrées humides telles que l'Irlande, on regarde comme les meilleures terres à blé, celles qui ont le plus de silex, et dans les pays secs du Midi (Piémont), celles qui ont le plus d'alumine ; tout simplement parce que la silice n'attire pas et ne conserve pas l'humidité, dont il convient de se débarrasser dans le Nord, tandis que l'alumine agit en sens contraire, et que dans le Midi l'humidité convient.

Comme nous avons vu que les plantes sont très différemment douées pour supporter une sécheresse plus ou moins grande, il s'en suit que le rapport entre l'organisation de chaque plante et les circonstances extérieures paraît déterminer leur existence dans un lieu plutôt que dans un autre.

La résistance des plantes à la sécheresse est-elle variable pendant le cours de la végétation?

Si l'on considère seulement une jeune plantule de Pavot comparée à un pied adulte, on reconnaît expérimentalement que la quantité d'eau nécessaire pour empêcher sa fanaison est très variable. Il y a à cela une cause très apparente : pendant le jeune âge, la racine du Pavot est à peine fixée et très superficielle. Or, un sol se dessèche toujours plus rapidement près de la surface, ainsi que l'indiquent les courbes de Schübler. De sorte que, dans un certain sol, la jeune plante ne peut vivre, là où la plante adulte, qui enfonce plus profondément sa racine, peut végéter.

Mais, à côté de cette particularité, mes expériences prouvent que la plante a un besoin d'eau très variable, suivant le stade de végétation que l'on considère. Il s'ensuit que la fanaison arrive pour deux périodes différentes quand le sol a des teneurs différentes en eau. C'est même un des moyens qui m'a guidé dans le tracé de la courbe des exigences en eau d'une espèce végétale à chaque moment de sa végétation (1).

Cela fait prévoir en outre que, s'il existe un optimum d'humidité, cet optimum sera variable avec l'âge de la plante.

Certainement, dans ce qui précède, quelques considérations ne sont pas nouvelles, j'ai cru cependant donner les résultats de mes observations et de mes expériences personnelles pour réunir à leur sujet un ensemble de remarques, qui, non-seulement peuvent être le point de départ de recherches intéressantes, mais encore sont le préambule naturel de l'étude du rôle physiologique de l'eau dans la végétation.

2. Régime de l'eau dans la plante.

Maintenant que nous avons expliqué ce qu'il faut entendre par résistance d'une plante à la sécheresse, sur un sol donné, nous allons voir comment sont influencées l'entrée et la sortie de l'eau suivant que la plante végète dans un sol très riche ou très pauvre en eau. De là, deux parties distinctes :

---

(1) Je me propose de rechercher séparément pour chacune des plantes agricoles importantes les variations de leurs exigences en eau pendant leur végétation; mais j'ai établi dès maintenant une courbe générale publiée dans le mémoire cité plus haut. (Ann. Sc. Nat. Bot., 1895).

1. Absorption aqueuse (entrée de l'eau)
2. Transpiration . . . (sortie de l'eau)

A. — *Absorption aqueuse.*

Les facteurs qui font varier l'absorption de l'eau par les racines sont nombreux.

Les uns dépendent du sol ; ce sont :

a. La quantité d'eau libre, le pouvoir hygroscopique de la terre étant satisfait.

b. La quantité de matières salines dissoutes dans l'eau.

c. La température et l'état physique du sol.

Les autres dépendent de la plante, ce sont :

a'. La surface d'absorption du système radiculaire.

b'. La surface d'évaporation des feuilles.

c'. La densité du liquide séveux interne (ph. osmotiques).

Il est facile de se rendre compte que dans un sol humide ces facteurs de l'absorption sont très différents de ce qu'ils sont dans un sol sec.

Les expériences que j'ai entreprises portent sur le facteur (*a*). L'étude de (*b*) et (*c*) a fait l'objet de travaux importants de M. Vesque (1) dont j'accepte les conclusions; (*a'*) (*b'*) (*c'*), trouvent dans mon travail des éléments de démonstration.

M. Franck-Schwaz (2) a étudié la formation des poils radicaux dans des sols de différentes humidités. D'après lui, plus le sol est humide moins il se forme de poils radicaux. Il existe un minimum d'humidité à laquelle le développement des poils radicaux commence, un optimum où il est le plus fort et un maximum où il cesse plus ou moins complètement.

La diminution des poils radicaux, lorsque l'eau abonde, et l'augmentation lorsqu'elle est rare, doivent être considérées comme un phénomène d'adaptation que j'ai constaté presque toujours dans mes cultures où le fait était souvent réalisé d'une façon très apparente.

---

(1) Vesque : *Influence de la température du sol sur l'absorption de l'eau par les racines*. Ann. Sc. Nat., 6e s., t. 6, p. 169. — *Influence des matières salines dissoutes sur l'absorption*. Ann. Sc. Nat., 6e s., t. 9, p. 5. — *Absorption de l'eau et transpiration*. Ann. Sc. Nat., 6e s., t. 4, p. 89. — *Mouvement de l'eau dans les plantes*. Ann. Sc. Nat., 6e s., p. 5.

(2) Intersuchungen ans dem botanischen Institut zu Tubingen, t. 1, 2e f., p. 185.

L'auteur que nous venons de citer trouve, du reste, que c'est au maximum d'accroissement que la racine développe le plus grand nombre de poils. Le ralentissement de l'accroissement par un excès d'humidité entraîne une réduction des poils radicaux, tandis que le ralentissement de l'accroissement par sécheresse produit une augmentation locale des poils et diminue le nombre total.

Cette dernière conclusion est très intéressante, puisqu'elle met en évidence un balancement organique utile à l'individu et qui lui permet de réagir contre l'influence du milieu : mais nous allons voir que le nombre des poils absorbants étant constant, il n'en résulte pas moins de très grandes variations dans l'absorption suivant la teneur du sol en eau libre.

Conditions des expériences. — Les expériences qui suivent ont été faites sur les plantes des cultures expérimentales adultes, sans qu'elles aient subi de changements préalables dans leur station. Les expériences ont été exécutées le 25 juillet après une période de sécheresse, les sols donnant une teneur de : sol sec, 4 à 6 0/0 d'eau ; sol humide, 18 0/0.

Dispositif expérimental. — Les deux plantes P_s et P_h choisies pour l'expérience ont été buttées legèrement, et on a creusé autour de chacune d'elles une sorte de cuvette circulaire large de 0^m40 cm., comme le représente pour l'une d'elles la figure 1 de la Planche I. Un tube non capillaire T préalablement rempli d'eau et vissé dans un caoutchouc épais (*c*) a été appliqué aussitôt après le sectionnement de la plante P. Ayant lutté avec précaution les jointures, on pouvait fixer le tube T dressé verticalement à l'aide des attaches f, f' le long d'un support (A) planté en terre. Le support permettait de maintenir une règle graduée (*rg*) le long du tube, et un chronomètre (C).

Sur le côté on a installé un grand flacon (F) muni d'un robinet et pouvant fournir un courant d'eau très lent et continu. Après une demi-heure, au même moment on plaçait les deux niveaux au zéro des règles divisées.

On constatait une ascension régulière du courant séveux.

Voici le résultat pour deux expériences faites sur le *Cannabis sativa* L., à deux jours d'intervalle, sur quatre pieds différents.

Les lectures sont faites en millimètres.

Heures	Plante du sol sec		Plante du sol humide	
	25-7-93	26-7-93	25-7-93	26-7-93
11 h. 10 matin	0	0	0	0
12 h. 10	21	26	101	90
1 h. 10	43	54	205	182
2 h. 10	66	82	310	274
2 h. 45	81 mm.	95	377	323
Moyenne en 10 minutes	3,76	4,41	17,49	15,02
	3,58 de moyenne		16,25 de moyenne	

Conclusion : En sol humide la poussée des racines est beaucoup plus forte qu'en sol sec. Elle est pour le chanvre de sol humide quadruple de ce qu'elle est en sol sec.

Il était intéressant de se demander si cette grande différence était imputable au manque d'eau dans le sol sec ou bien à la grande différence dans les surfaces d'absorption radiculaire. Pour trancher la question il suffisait :

1° D'enregistrer le mouvement ascensionnel *aa'* sur la plante du sol sec.

2° De saturer le sol environnant par un arrosage abondant et continu.

3° D'enregistrer les perturbations apportées par ce changement sur le mouvement *aa* pendant une unité de temps.

Pour cette expérience (Planche I, fig. 1), afin de rendre plus sensible l'appareil et d'amplifier les différences, on a fait usage d'un tube presque capillaire et une loupe permettait une lecture plus exacte. Un peu de poudre fine flottant sur le ménisque indiquait l'affleurement.

Voici les lectures faites sur le *Cannabis sativa* de *sol sec* avant l'arrosage et la saturation du sol :

Tableau A.

HEURES	4 h. 40'	4 h. 45	4 h. 50	4 h. 55	MOYENNE RÉGULIÈRE en 5 minutes.
Lectures	0	12^{mm}	24^{mm}	36^{mm}	12^{mm}

Ayant ramené la règle divisée au zéro, voici les lectures faites après la saturation du sol, qui a été soigneusement entretenue pendant l'expérience. On a comparé les lectures qui auraient été faites sans l'arrosage préalable.

Tableau B.

CHANGEMENTS dans la poussée	HEURES	LECTURES en millimètres	AU LIEU DE
Période d'accroissement de la poussée	5 h.	0	0
	5 05'	13	12
	5 10	27	24
	5 15	41 1/4	36
	5 20	55 1/2	48
	5 25	70	60
	5 30	86 1/2	72
17 à 18^{mm} en 5 minutes maximum atteint et continu.	5 35	104	84
	5 40	122	96
	5 45	139	108
	5 50	155 1/2	120
	5 55	173	132
	6 h.	190 1/2	144

Pour la plante considérée, le tableau (A) indique un régime d'absorption très régulier établi sur la sécheresse relative du sol. Ce régime est caractérisé par un débit de sève qui se traduit par une élévation $aa^{1'} = 12^{mm}$ en 5 minutes.

Le tableau (B) :

1° Indique que la saturation du sol introduit une perturbation dans le débit séveux ;

2° Donne des renseignements sur la rapidité de transmission de cette perturbation ;

3° Indique que l'augmentation de poussée s'accomplit suivant un mouvement uniforme ;

4° Démontre que la plante a une capacité d'absorption qui ne peut pas être dépassée.

Pour l'individu en expérience, le système radiculaire restant constant, le maximum est atteint après 30 minutes et il est égal à $aa' = 18^{mm}$ en 5 minutes.

La première courbe (fig. 13) indique très clairement la valeur absolue de l'accroissement de pression entre le régime de sol sec (S) et le régime de sol humide.

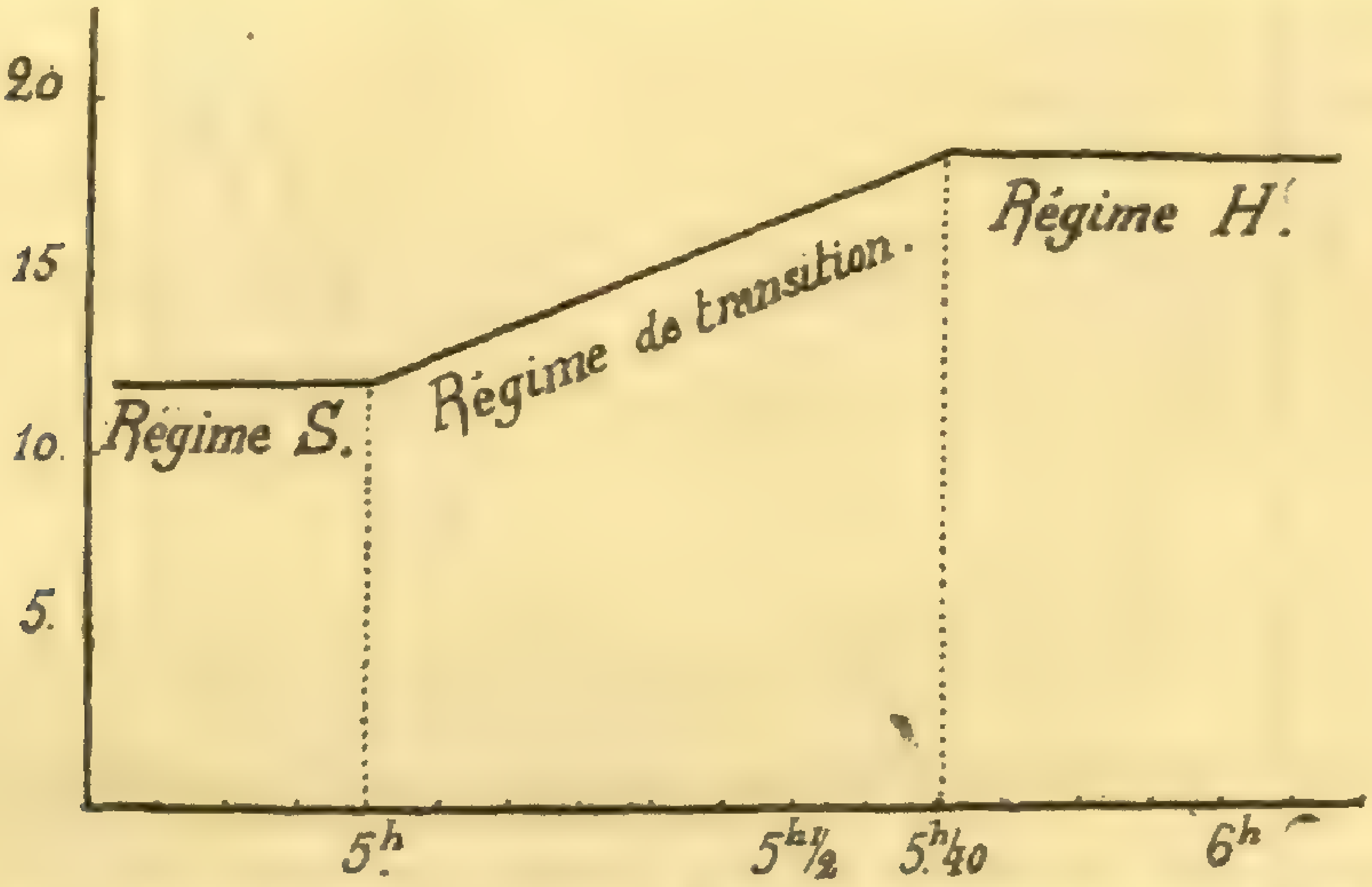


Fig. 13. — Valeur absolue de l'accroissement de pression de la sève, dans une plante de sol sec, quand on irrigue fortement le sol jusqu'à saturation.

La seconde courbe (fig. 14) dressée en prenant en abcisses les temps et en ordonnées les hauteurs de *a* au-dessous du zéro, donne la marche de l'accroissement de pression pendant le régime de transition.

Puisque l'absorption s'accomplit d'une façon sensiblement régulière et uniforme, les droites oK et oK' divergentes représentent la hauteur de *a*, à un moment donné, pour la plante de sol humide et pour la plante de sol sec. De 4 h. 40 à 5 h., la lecture se fait sur oK'.

Pendant le régime de transition, 5 h. à 5 h. 40, on voit la courbe passer sur une droite parallèle à oK ; cette droite exprime ensuite, de 5 h. 40 à 6 heures, le régime régulier et normal dont le débit est de 18 mm. en 5 minutes.

Une expérience différente de celle de Hales permet du reste de prouver que l'arrivée parcimonieuse de l'eau limite la transpiration, même quand l'absorption est maximum ; en un mot, la transpiration peut s'exagérer encore si l'eau arrive en plus grande quantité.

Pour le prouver on opère sur un pied d'*Helianthus tuberosus* (Pl. I, fig. 2). Au lieu de le sectionner auprès du sol, on coupe la tige à une hauteur de 30 cm. au-dessus, de façon à laisser quelques branches garnies de feuilles au-dessous de la section.

On ajuste sur la section un tube de 6 millimètres de diamètre,

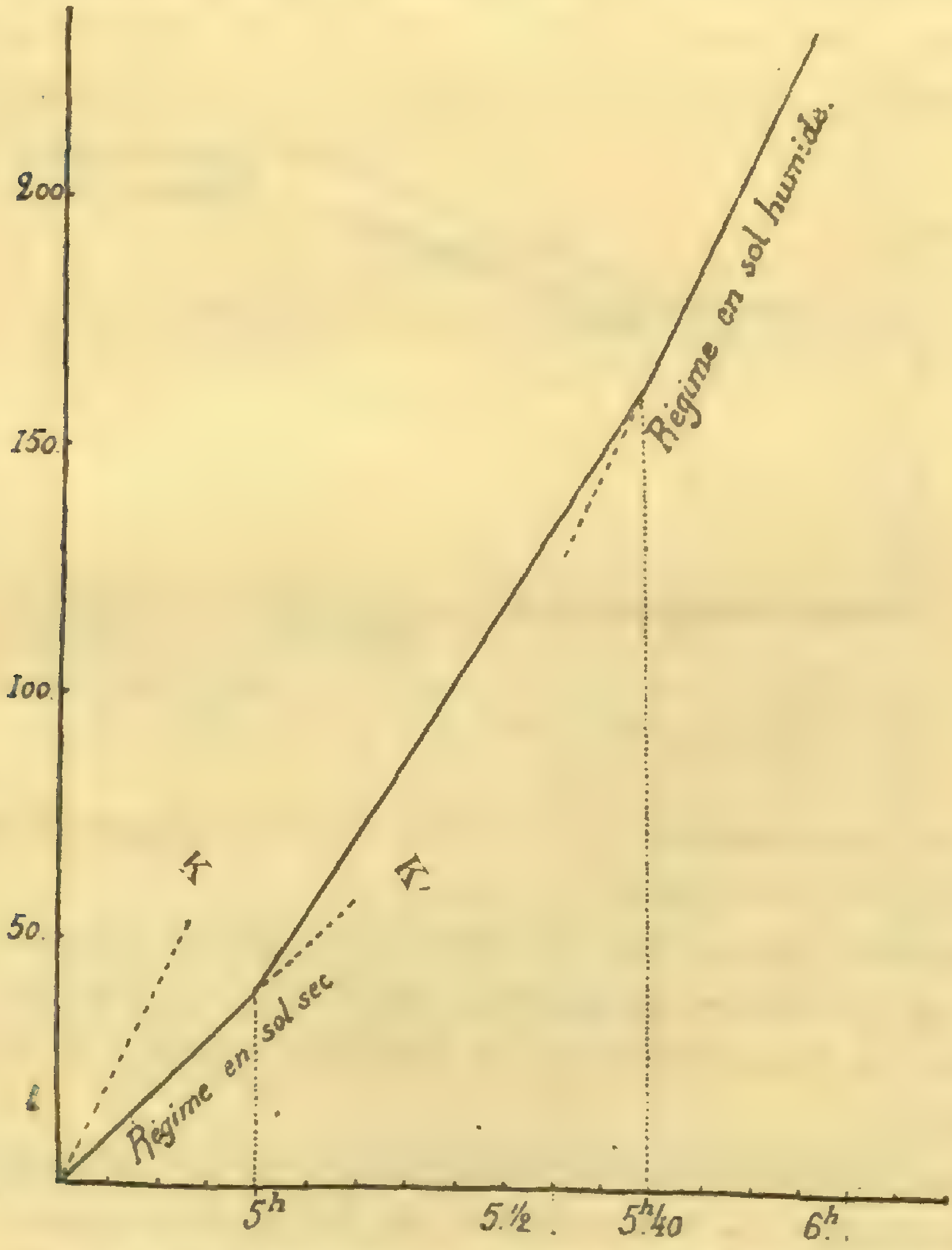


Fig. 14. — Marche ascensionnelle de la sève dans une plante de sol sec, quand on irrigue fortement le sol pour le saturer d'eau.

et on le remplit d'eau jusqu'en *m* ; au bout de quelques minutes, le niveau baisse avec une certaine vitesse qu'on mesure par une lecture sur une échelle graduée.

L'eau est aspirée par la plante au lieu d'être soulevée comme dans l'expérience de Hales.

On ne prend pas un tube capillaire afin de pouvoir ajouter de l'eau par le haut du tube, et continuer l'expérience sans démonter l'appareil.

1° On constate que l'eau est absorbée en plus grande quantité en *sol sec*. La plante du sol sec commence en effet par élever sa teneur °/o en eau. Voici le compte-rendu d'une de ces expériences :

Heures	S	H	
6 h. 45 soir	0	0	
9 h. 50 soir	— 600	— 200	1re expérience
8 h. 20 matin	— 1050	— 310	
8 h. 20 matin			
8 h. 32	— 120	— 80	2e expérience
8 h. 42	— 205	— 130	
Soit en 10 minutes	85	50	

2° La différence est plus grande la nuit que le jour, ce qui coïncide avec l'exagération de la transpiration en sol sec pendant la nuit.

3° Les feuilles jouent le principal rôle dans cette aspiration.

Si on retranche en effet 5 rameaux feuillus sur 18 en lutant les sections *rc* (Pl. I, fig. 2) à la cire, on constate que l'aspiration diminue de moitié.

$$\left.\begin{array}{l}8\text{ h. }32\\8\text{ h. }42\end{array}\right\}-85$$

ABLATION PARTIELLE

$$\left.\begin{array}{l}8\text{ h. }45\\8\text{ h. }55\end{array}\right\}-47$$

ABLATION PLUS GRANDE

$$\left.\begin{array}{l}9\text{ h. }57\\9\text{ h. }7'\end{array}\right\}-12$$

ABLATION COMPLÈTE

$$\left.\begin{array}{l}9\text{ h. }10\\9\text{ h. }20\end{array}\right\}-2$$

On peut suivre la diminution de l'aspiration en retranchant peu à peu les rameaux et les feuilles. Après section complète des rameaux l'appareil reste stationnaire ou décroît un peu à cause de la transpiration de la tige qui est verte.

Ensuite, il y a ascension de la colonne liquide, puisque les conditions de l'expérience de Hales sont réalisées.

4° Si on arrose un pied de sol sec avant l'expérience (1) on voit le mouvement devenir sensiblement égal à celui de H.

Le choc physiologique résultant de la section de la tige étant passé, si l'on admet que l'absorption n'est pas influencée par l'arrivée de l'eau dans le tube, on peut conclure que la transpiration est une force d'attraction importante qui n'est pas équilibrée dans le cas ordinaire d'un sol même saturé d'eau.

(*A suivre*).

REVUE DES TRAVAUX
DE
PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893 *(Suite)*.

II. — CHIMIE VÉGÉTALE.

Dans les diverses recherches auxquelles a donné lieu jusqu'alors l'assimilation de l'azote par les plantes, on a toujours — ainsi que nous en faisions déjà la remarque dans une précédente revue — usé d'une seule et même méthode, inaugurée par Boussingault, pour déterminer s'il y a fixation d'azote libre.

Cette méthode, qui repose sur la comparaison des quantités d'azote renfermées par les graines, les récoltes et les sols pris au début et à la fin des expériences peut être certainement d'une grande précision, lorsqu'elle est bien pratiquée, mais elle laisse toujours quelque place au doute. En effet, elle permet bien de constater facilement, avec certaines plantes, un gain d'azote ; mais elle ne fournit aucune indication sur l'origine même de cet azote. Et si, à la suite des résultats obtenus, on a admis pour origine de cet azote l'azote libre de l'atmosphère, c'est surtout parce qu'il a semblé qu'il n'y avait pas d'autre origine possible. Mais c'est là un procédé de démonstration d'un ordre un peu inférieur, qu'on n'accepte en général, que comme pis-aller, et auquel il est désirable de ne pas s'arrêter dans une question capitale.

Pour savoir si réellement l'azote libre est absorbé par les plantes, pour prouver de façon certaine cette absorption, au cas où elle aurait lieu, MM. SCHLŒSING Fils et LAURENT (1) ont pensé que le meilleur moyen était de chercher à mesurer l'azote gazeux mis en rapport avec les plantes au cours de leur développement, de déterminer le volume de cet azote avant et après culture, et de comparer les deux déterminations. Si l'on observe ainsi une disparition d'azote, on peut affirmer qu'une partie du gaz a été fixée. Mais la fixation est-elle due alors à la plante ou au sol? Des expériences témoins peuvent permettre d'en décider. A côté de sols sur lesquels des plantes se développent, il suffit d'avoir, dans des conditions identiques, les mêmes sols sans culture. On verra toujours, par la mesure de l'azote libre mis en contact avec eux, si ces sols nus ont fixé du gaz azote. Dans le cas de la négative on sera en droit d'attribuer aux plantes la fixation.

---

(1) Schlœsing fils et Laurent : *Recherches sur la fixation de l'azote libre par les plantes* (Annales de l'Institut Pasteur, 1892).

Nous avons déjà décrit autrefois les résultats qu'une telle méthode, qu'on peut appeler directe, a donnés à MM. Schlœsing fils et Laurent pour les Légumineuses. Les mêmes auteurs ont, depuis lors, répété des expériences analogues sur d'autres plantes, de familles variées, et sur des cryptogames inférieures.

Le sol, dans ces secondes recherches, était formé par une terre naturelle, pourvue autant que possible des divers organismes vivants qui se trouvent dans les bonnes terres. Sur ce sol, différentes plantes ont été semées, appartenant à plusieurs familles botaniques ; des Pois représentaient la famille des Légumineuses.

Deux séries d'expériences ont eu lieu. Dans la première, la surface de tous les sols s'est recouverte, à des degrés variés, de plantes vertes inférieures ; mais, pour deux témoins, le développement de ces plantes a été très faible. Toutes les expériences, sauf les deux dernières, ont permis de constater une absorption d'azote gazeux certaine. Dans l'une d'elles, où aucune plante supérieure ne s'est développée, le sol s'étant couvert d'une notable quantité de plantes vertes inférieures (*Bryum, Leptobryum, Conferva, Oscillaria,* etc), on a étudié la répartition de l'azote dans le sol et les plantes ; on a trouvé dans les plantes tout l'azote gagné ; dans le sol situé au-dessous, il n'y a pas eu, au contraire, la moindre augmentation de cet élément.

On a réussi, dans une deuxième série d'essais, à éviter complètement la production des végétations vertes inférieures. Dès lors on n'a plus constaté de fixation d'azote libre, ni par le sol, ni par les plantes, si ce n'est toujours par les Pois.

Il faut faire remarquer que les plantes obtenues n'ont jamais pris tout le développement qu'elles sont susceptibles d'acquérir en pleine terre ; mais plusieurs, l'Avoine, la Moutarde, le Cresson, sans parler des Pois qui, dans la deuxième série, étaient très beaux, ont atteint des dimensions fort convenables.

De tout ce qui précède on peut donc tirer les conclusions suivantes, qui ne sont pas nouvelles, mais qui se trouvent confirmées par une méthode différente de celle généralement suivie.

Les Légumineuses, ou du moins les Pois, prélèvent largement de l'azote libre sur l'atmosphère, et font passer cet azote dans leur propre substance à l'état de combinaison.

Il y a des plantes vertes inférieures qui jouissent de la même propriété.

Dans les conditions des expériences qui viennent d'être décrites, les sols nus, c'est-à-dire exempts de toute végétation apparente, n'ont point fixé d'azote libre en quantité mesurable. L'Avoine, la Moutarde, le Cresson, la Spergule n'en ont pas fixé davantage, alors que les Pois, au contraire, en ont retenu abondamment.

Nous nous empressons d'ajouter que ces expériences nouvelles faites par MM. Schlœsing fils et Laurent, détruisent l'objection que nous avions faite dans une précédente revue au sujet des essais trop peu nombreux sur lesquels ces auteurs avaient appuyé leurs premières conclusions.

Les résultats que MM. Schlœsing fils et Laurent ont obtenu, en particulier, avec le Cresson, semblent fournir une réponse très nette à une question que se pose, sans la résoudre, M. **Bréal** (1) à la suite de cultures faites avec cette même plante.

Un sol très pauvre en matières azotées a été ensemencé par M. Bréal avec du Cresson. Or, ce sol peut nourrir la plante à condition que l'ensemencement ait lieu dans des vases de grandes dimensions, renfermant de 2 à 10 kilogrammes de sable ou de terre.

Les plantes développées renferment alors infiniment plus d'azote que n'en contenaient les graines employées. Cependant l'azote fixé ne provient pas entièrement du sol, car il est arrivé que le sol, loin de s'appauvrir en azote, s'est enrichi ; ou, en tout cas, lorsqu'il s'est appauvri, il a perdu moins d'azote que les végétaux n'en ont gagné.

Pendant la végétation, l'ensemble (graines et cresson) a donc emprunté de l'azote à l'air atmosphérique.

Tels sont les faits. Maintenant, se demande M. Bréal, l'air est-il intervenu directement; ou les microorganismes fixateurs d'azote, n'ont-ils pas seuls fixé, dans la terre, de l'azote que la plante a ensuite puisé par ses racines?

Les expériences de MM. Schlœsing fils et Laurent nous amènent évidemment à opter pour la seconde de ces deux hypothèses.

Tous ces microorganismes fixateurs d'azote sont, d'après les recherches de M. **Berthelot** (2), d'espèces fort diverses. Beaucoup sont exempts de chlorophylle ; et certaines bactéries du sol surtout ont un pouvoir d'assimilation très énergique.

Mais la nutrition de ces êtres ne paraît pas susceptible d'être entretenue par le carbone et l'hydrogène résultant de la décomposition de l'acide carbonique et de l'eau atmosphérique ; elle est dès lors corrélative de la destruction de certains principes hydrocarbonés, tels que le sucre et l'acide tartrique, qui jouent en quelque sorte le rôle d'aliments.

En même temps que les microorganismes fixent l'azote, il faut donc qu'ils rencontrent, dans le milieu où ils vivent, des matières propres à les nourrir. Il paraît même nécessaire que ces matières renferment déjà au moins une petite quantité de principes azotés, pour donner à l'être le minimum de vitalité indispensable à l'absorption de l'azote libre.

---

(1) Bréal : *Fixation de l'azote gazeux pendant la végétation* (Annales agronomiques. Août 1892).

(2) Berthelot : *Recherches nouvelles sur les microorganismes fixateurs de l'azote* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Avril 1893).

Lorsque ces principes sont abondants, on constate que la bactérie vit, de préférence, à leurs dépens. L'expérience prouve, en effet, qu'elle est plus florissante dans des milieux riches en azote combiné, que dans les milieux pauvres, où elle doit exécuter un travail spécial pour fixer l'azote de l'air.

Le sol végétal, ou, plus exactement, les composés hydrocarbonés qu'il contient doivent évidemment s'épuiser peu à peu, sous ces influences multiples; heureusement, les matières organiques nécessaires, d'autre part, régénérées par la végétation des plantes vertes. Les fixateurs d'azote et les fixateurs de carbone jouent, par suite, un rôle complémentaire, soit qu'ils vivent indépendants les uns des autres, soit que, comme il arrive pour les Légumineuses, ils se trouvent associés en symbiose.

L'assimilation de l'azote gazeux par les bactéries a encore été observée par M. Winogradsky (1). Mais ici ce n'est plus avec un mélange de bactéries, d'espèces diverses, que l'auteur a constaté le fait; c'est avec une espèce unique, qu'il est parvenu à isoler.

Cette bactérie qui fixe ainsi l'azote est anaérobie. Elle ne croît dans les liquides sucrés, exposés à l'air en couche mince, que s'il y a, avec elle, d'autres bacilles, ou quelques mucédinées vulgaires.

Elle fait fermenter le glucose à l'abri de l'air, lorsqu'on ajoute un peu d'azote ammoniacal; mais il est nécessaire que le liquide soit en contact avec de l'azote pur.

Elle ne se développe ni dans le bouillon ni sur gélatine; et elle a d'ailleurs toutes les propriétés indiquées par M. Berthelot pour les microorganismes fixateurs de l'azote en général.

On paraît donc décidément tout-à-fait en droit, aujourd'hui, de considérer comme certain que c'est par les micrcoorganismes logés dans leurs racines que les Légumineuses fixent l'azote libre. Une preuve de plus n'est cependant jamais à dédaigner. C'est pour cette raison, sans doute, que M. Kossowitsch (2) a refait de son côté, sur les différents organes des Légumineuses, quelques expériences dont nous devons dire un mot bien que, de l'aveu même de l'auteur, elles ne soient pas aussi concluantes qu'il eût été désirable.

Les essais de M. Kossowitsch ont consisté à enlever l'azote libre, d'abord dans l'atmosphère où se trouvaient les feuilles, en second lieu dans le milieu où se développaient les racines, à remplacer cet azote par de l'hydrogène et à observer comment, dans l'une et l'autre de ces conditions anormales, la plante s'accroît.

---

(1) Winogradsky : *Sur l'assimilation de l'azote gazeux de l'atmosphère par les microbes* (Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, 1894).

(2) Kossowitsch : *Durch welche Organen nehmen die Leguminosen der freien Stickstoff* (Botanische Zeitung, 1892).

C'est sur le Pois que M. Kossowitsch a opéré et fait la série d'expériences qui suivent :

1° Trois individus ont été cultivés en pot, dans de la terre ne renfermant pas d'azote combiné ; de l'hydrogène et de l'oxygène seuls ont été fournis aux racines. Il n'y a pas eu de fixation d'azote.

2° Deux individus ont été cultivés en pot — comme au reste tous les suivants — dans de la terre contenant des nitrates ; de l'hydrogène et de l'oxygène seuls ont été fournis aux racines. Il paraît y avoir eu un gain d'azote, mais excessivement faible.

3° Un individu a été cultivé dans un sol sans azote combiné ; on a fourni aux racines, pendant 13 jours, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'acide carbonique, et, dans la suite, de l'air ordinaire. La plante est morte.

4° Deux individus ont été cultivés dans de la terre sans azote combiné ; mais ici ce sont les feuilles, et non plus les racines, qui ont été privées d'azote, et placées dans une atmosphère renfermant seulement de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'acide carbonique. La plante s'est développée ; il y a eu gain d'azote.

5° Un individu a été cultivé dans un sol avec nitrates, et ses feuilles ont été privées d'azote. La plante a présenté un développement normal.

Nous le répétons, l'auteur lui-même reconnaît qu'il y avait dans toutes ces expériences quelques causes d'erreur, et que les résultats ne sont pas aussi satisfaisants qu'il l'eût souhaité. Cependant il n'est pas sans intérêt de noter que, si vague qu'elle soit, l'indication qu'ils fournissent concorde avec l'opinion la plus généralement admise aujourd'hui : c'est, en effet, seulement lorsque de l'azote libre était fourni aux racines que, dans les expériences de M. Kossowistch, la plante s'est développée et s'est enrichie en azote.

Tous ces faits sont, comme on voit, en contradiction absolue avec l'opinion, toujours soutenue par M. Frank, que l'assimilation de l'azote libre n'est pas le privilège exclusif des bactéroïdes ou des cryptogames inférieures, mais se fait aussi par les feuilles, et a lieu, non-seulement chez les Légumineuses, mais encore chez beaucoup d'autres plantes, de familles variées.

Si douteuses que puissent paraître ces assertions de M. Frank, en présence des nombreux travaux qui aboutissent à des conclusions toutes différentes, nous allons cependant résumer impartialement ici le dernier mémoire dans lequel M. Frank expose en quelque sorte l'ensemble de ses idées.

Même en n'admettant pas la théorie générale de l'auteur, on peut trouver, dans le détail des faits, quelques points particuliers intéressants à retenir.

D'après M. Frank (1) il y a tous les degrés entre la plante qui se nourrit surtout aux dépens des nitrates du sol et celle qui vit aux dépens de l'azote de l'air.

De ce que les plantes autres que les Légumineuses se développent mal quand on ne leur donne pas de nitrates comme engrais, il n'en faut pas conclure qu'elles sont incapables d'assimiler l'azote libre. L'Avoine et le Colza — nous ne saurions trop préciser et répéter que ce sont seulement les idées de M. Frank que nous exposons ici sans commentaires — s'enrichissent en azote, en même temps que la terre sur laquelle ils se développent. Il y a seulement entre les Légumineuses et les autres plantes cette différence que, chez les dernières, il faut, au début du développement, un sol fertile ou, au moins, un sol renfermant un peu d'azote. En d'autres termes, d'une manière générale, tous les végétaux, phanérogames et cryptogames utilisent, pour leur nutrition, l'azote de l'air; mais chaque espèce, en outre, a besoin, à un degré variable, de l'azote combiné qui se trouve dans le sol.

Sur une terre très légère, et très pauvre en nitrate, il n'y a qu'une Légumineuse, et en particulier le Lupin jaune, qui puisse, grâce à la symbiose, donner une récolte plus forte que sur un sol contenant des engrais azotés. La fumure affaiblirait même, chez le Lupin jaune, le pouvoir d'assimilation de l'azote libre.

Au contraire, les Pois — et sans doute aussi beaucoup d'autres Légumineuses — ne fournissent, malgré la symbiose, le maximum de récolte que lorsqu'on ajoute à la terre de l'azote combiné, principalement sous forme de nitrates. En l'absence de ces sels, ces plantes se développent tout de même, mais mal. Toutefois la quantité d'azote combiné nécessaire est très faible.

Tandis que, sur une bonne terre, le Lupin jaune réussit moins bien que sur une terre mauvaise, c'est le contraire pour le Pois, le Trèfle rouge, même quand à la mauvaise terre on ajoute de la chaux, de la potasse et des phosphates.

Les Légumineuses enrichissent tous les sols, les riches comme les pauvres ; les autres plantes n'enrichissent — et encore très peu — que ces derniers, surtout quand on ne considère que le résidu que leurs racines laissent à la terre. L'enrichissement est plus grand si l'on considère toute la récolte. Le pouvoir spécifique d'assimilation de l'azote, pour les plantes autres que les Légumineuses, reste encore à déterminer. Il dépend, au reste, surtout de la terre.

Au point de vue physiologique, la théorie de M. Hellriegel est donc inexacte, si l'on en croit M. Frank. L'assimilation de l'azote libre, pour ce dernier auteur, est une fonction commune à tous les végétaux.

---

(1) B. Frank : *Die Assimilation freien Stickstoffs bei den Pflanzen in ihrer Abhängigkeit von Species, von Ernährungsverhältnissen und von Bodenarten* (Landwirthschaftliche Jahrbücher. 1892).

Chez les plantes supérieures, cette fonction est comme toutes les autres, une fonction de nutrition, avec cette particularité toutefois qu'elle ne s'exerce qu'à partir d'un certain âge, lorsque les organes végétatifs, et en particulier l'appareil foliaire, ont pris de la force. L'assimilation devient d'autant plus énergique que le développement des feuilles est plus grand.

Presque jamais la réserve azotée de la graine n'est suffisante pour mener la plante jusqu'à cette période où elle devient en état d'assimiler l'azote. Il n'y a que la présence d'une matière azotée dans le sol qui puisse faire cesser cette faim d'azote.

Les combinaisons azotées constituent donc la principale source de nutrition du végétal dans le jeune âge.

Pour les plantes autres que les Légumineuses, la présence de composés azotés dans le sol est le seul moyen d'empêcher la faim d'azote, et de donner à l'individu la force qui lui permettra, dans la suite, de s'assimiler l'azote gazeux.

Les Légumineuses ont en outre une seconde ressource : leur symbiose avec un champignon particulier, le *Rhizobium Leguminosarum*. Par ce moyen, les Légumineuses peuvent traverser la période critique sans le secours des combinaisons azotées, dont elles sont ainsi indépendantes.

Néanmoins, l'azote combiné a, même sur beaucoup d'entre elles, une certaine influence, sans doute en ce que par l'influence réunie de la symbiose et des nitrates, le pouvoir assimilateur atteint son maximum. Cela est certain pour le Pois et le Trèfle rouge, et il est vraisemblable qu'il en est de même pour la plupart des autres espèces de la même famille. Jusqu'alors, le Lupin jaune paraît le seul pour lequel la présence des composés azotés affaiblit plutôt l'énergie assimilatrice, la meilleure source d'azote étant alors exclusivement l'azote élémentaire.

Puisque, conclut en définitive M. Frank, l'assimilation de l'azote a lieu chez des plantes qui ne sont pas des Légumineuses, le *Rhizobium* n'est pas, chez ces dernières, une condition nécessaire de la fixation d'azote.

Remarquons encore, ajoute l'auteur, que le *Rhizobium* isolé n'a jamais présenté d'assimilation de l'azote libre. Pour M. Frank, donc, l'hypothèse la plus vraisemblable reste toujours, et malgré tout, celle-ci : la Légumineuse joue, dans l'association symbiotique, le rôle principal ; c'est elle qui assimile l'azote, et le champignon produit seulement sur l'organisme une sorte d'excitation, qui a pour effet d'éveiller et d'activer l'energie assimilatrice.

Quelque opinion qu'ils professent sur le rôle des bactéroïdes, comme organismes vivants, à l'intérieur des tubercules des Légumineuses, presque tous les auteurs paraissent généralement d'accord pour reconnaître qu'à un moment donné tous ces corpuscules mycéliens se dissolvent et sont alors utilisés comme aliments par la plante hospitalière, qui trouve là une réserve riche en matière albuminoïde.

M. Frank (1) pense, avec apparence de raison, que cette digestion de l'organisme inférieur par la plante phanérogame dans les racines de laquelle il est logé, n'est pas spéciale aux Légumineuses, mais se trouve aussi réalisée chez différentes autres plantes, dont les racines vivent également en symbiose avec des champignons.

Il en est ainsi, entre autres, pour les mycorhizes endotrophes des Orchidées et des Éricacées.

Les cellules corticales de la racine des Orchidées renferment, comme on sait, chacune une petite pelote, formée par les filaments enroulés d'un champignon jaunâtre ; et toutes ces pelottes communiquent entre elles, de cellule à cellule, par des hyphes traversant les parois.

Toujours ce champignon reste inclus dans le protoplasme vivant ; mais, dans les cellules âgées, sur le point de mourir, les amas mycéliens montrent un très curieux changement chimique.

Dans l'*Orchis latifolia*, par exemple, le contenu albuminoïde du filament disparaît, alors que la cellule a encore son protoplasme et son noyau. C'est donc le protoplasme de la plante supérieure qui a vidé le mycélium ; les Orchidées sont ainsi des végétaux qui digèrent les champignons. Coïncidence à noter : il y a, au moment où le champignon se vide, beaucoup d'albumine dans la plante, surtout dans les cellules de parenchyme qui accompagnent les faisceaux libériens et ligneux de la racine.

Chez les Éricacées, les Épacridacées et les Empétracées, on trouve aussi, dans l'épiderme des racines, un réseau de pelotes communiquant entre elles, et avec des champignons épiphytes, par des filaments.

Comme précédemment, M. Frank, en opérant sur le *Ledum palustre* et l'*Empetrum nigrum*, a constaté que, dans les cellules âgées, tous ces filaments mycéliens se vident.

Un phénomène analogue se produit sur les tubercules des racines d'Aune. Ici le champignon qui se développe, dénommé *Frankia subtilis* par M. Brunchorst, remplit une grande partie des cellules de l'écorce ; ses éléments périphériques se renflent en petites ampoules qui donnent à l'ensemble l'aspect d'une grappe. Ce champignon offre une grande analogie avec le parasite des Légumineuses.

Dans les cellules où il pénètre, le noyau de ces cellules a tendance à s'accroître, comme chez les Orchidées. En même temps, au cours du développement, les ampoules se remplissent de petites granulations, très réfringentes, qui ont les réactions de l'albumine.

---

(1) B. Frank : *Ueber die auf Verdauung von Pilzen abzielende Symbiose der mit endotrophen Mykorhizen begabten Pflanzen, sowie der Leguminosen und Erlen* (Berichte der deutsch. bot. Gesellschaft, 1891).

M. Brunchorst les avait prises pour des spores (les ampoules étant alors des sporanges), mais M. Frank a constaté que tous ces petits corpuscules albuminoïdes peu à peu disparaissent, comme du reste toute l'albumine des filaments.

Il y a donc ici encore, comme dans tous les cas précédents, digestion du champignon par la plante supérieure.

Nous trouvons, par suite, chez les Orchidées, les Éricacées, les Empétracées, et chez l'Aune, l'exemple d'une symbiose d'un caractère spécial, qu'on ne soupçonnait pas jusqu'alors et qui est bien différente de celle que présentent les mycorhizes ectotrophes des Conifères et des Cupulifères. Dans ce dernier cas, le champignon, restant extérieur, sert d'intermédiaire, pendant sa vie, pour le passage de l'eau et des substances minérales dans l'intérieur de l'hôte, mais n'est pas lui-même directement utilisé par son hôte.

Au sujet de ces mycorhizes ectotrophes, les dernières recherches de M. Frank (1) tendent d'ailleurs à établir que le champignon a, dans la vie de la plante supérieure, un rôle non-seulement utile, mais nécessaire. Les Hêtres et les Sapins cultivés dans des sols stérilisés, où il ne peut y avoir formation de mycorhizes, n'atteignent pas leur développement normal et meurent rapidement.

---

(1) B. Frank : *Die Ernährung der Kiefer durch ihre Mykorhiza-Pilze* (Berichte der deutscher botanischen Gesellschaft, 1892).

(*A suivre*). HENRI JUMELLE.

REVUE DES TRAVAUX

PUBLIÉS

SUR LES CHAMPIGNONS

PENDANT LES ANNÉES 1891 A 1893 *(Suite)*.

II. *Études de groupes, de genres ou de quelques espèces intéressantes.* — A côté de ces recherches fondées surtout sur la culture, nous devons en signaler plusieurs fondées surtout sur l'examen direct se rapportant à des groupes de formes ou à des genres.

M. **Morgan** (1) s'est livré à des recherches approfondies sur les Hélicosporées de l'Amérique du Nord. Il les subdivise en deux groupes suivant que filaments et spores sont : 1° sans enveloppe gélatineuse ou 2° avec enveloppe gélatineuse. Dans le premier groupe se rangent trois genres : 1° *Helicomyces* Link.; 2° *Helicoma* Corda et 3° *Helicoon* Morgan, genre nouveau caractérisé par des hyphes distincts, des spores très grosses, spiralées, courbées en un corps ellipsoïdal allongé (4 espèces s'y rattachent). Dans le second groupe, on trouve les deux genres *Everhartia* et *Trophosporium*.

M. **Atkinson** (2), s'est livré à un travail de révision semblable pour les Cercosporées de l'Alabama ; 79 espèces ont été trouvées dans cette région, plusieurs sont nouvelles.

Les *Rhopalomyces* ont été également l'objet des recherches de M. **Marchal** (3) et de M. **Thaxter** (4). Ce dernier s'est occupé aussi de la distinction des *Rhopalomyces* et des espèces du genre *Œdocephalum* dont il a fait une révision.

M. **Zabriskie** (5) a étudié un *Pestalozzia* qui pousse sur l'*Ulmus americana*, le *Pestalozzia insidens*.

---

(1) Morgan : *North american Helicosporæ* (J. of the Cincinnaty Soc. of Nat. Hist., 1892).

(2) Atkinson : *Some Cercosporal from Alabama.* (J. of the Elicha Mitchell. Sc. soc. VIII, 1892, p. 1-36).

(3) Marchal : *Sur un nouveeu Rhopalomyces. R. macrosporus* (Rev. myc., 1893, p. 7).

(4) Thaxter : *On certain new or peculiar North-Americain Hyphromycet.* (Bot. Gaz. XVI, 1891, n° 1, p. 14-26, pl. III, IV).

(5) Zabriskie : *The Fungus Pestalozzia insidenz.* (J. of N. Y. microsc. Soc. VII, 1891, p. 101, pl. 28).

M. Fischer (1) a porté ses recherches sur le *Kryptosporium leptostromiforme* décrit autrefois par Kühn lors de ses recherches sur les causes de la lupinose des moutons ; ce champignon, qui croît sur les Lupins, a été retrouvé par M. Fischer. Il a distingué dans l'évolution de cette plante deux phases : la phase de parasite en été et la phase de saprophyte au printemps. Il n'a observé que des pycnides, jamais d'asques jusqu'ici.

Le *Monilia fructigena* qui fait de grands dégâts en Amérique sur les Prunées et les Pomacées a un deuxième appareil reproducteur (microconidies) qui, d'après M. Humphrey (2) s'observe en cultures artificielles et sur fruits tombés. Cette maladie sévit aussi en Allemagne sur les Pruniers ; elle a pris en 1891 un aspect nouveau dans cette région, elle produit sur les pédoncules floraux des taches noires (3).

M. de Lagerheim (4) a étudié un champignon (déjà examiné par M. Kitasato) qui pouvait, par son développement, entraver le mouvement des roues et des turbines d'un moulin et répandait une odeur de musc si forte que le meunier en avait des maux de tête. Il paraît très commun, il a été retrouvé dans différentes conduites d'eau à Upsal, à Wurtzbourg. M. de Lagerheim a fait germer les spores et a eu des ébauches de perithèces. C'est le *Fusarium aquæductum* Lag = *Fusarium moschatum* Kitasato. M. Ludwig (5) l'a retrouvé dans le suc gélatineux s'écoulant d'une blessure d'un Tilleul.

Le même auteur (6) a trouvé dans le mucilage blanc et rouge qui se développe après l'élagage des branches de Bouleau et de Charme l'*Endomyces vernalis* et le *Rhodomyces dendrorhaus*.

M. Massee (7) a décrit un champignon qui attaque les Liliacées (*Convallaria*, *Smilax*. *Polygonatum*, *Maianthemum*) ; il peut présenter plusieurs formes reproductrices : une première qui rappelle le *Cladosporium fasciculare*, une seconde qui est absolument identique, bien que l'auteur ne le dise pas, à l'*Hormodendron cladosporioides*. On ne s'explique pas pourquoi M. Massée donne à ce champignon le nom d'*Heterosporium asperatum*.

M. Kosmahl (8) a étudié également le parasitisme du *Cladosporium*

---

(1) Fischer Max : *Zur Entwickelungsg. des Kryptosporium leptostromiforme*. (Bot. Centr., t. 54, p. 289).

(2) Humphrey : *On Monilia fructigena*. (Bot. Gazette, XVIII, 1893, p. 85-93, 1 pl.). Voir aussi Halsted (Bot. Gaz., XVI, p. 201-205, pl. XIX-XX).

(3) Soraner : *Monilia fructigena*. (Zeitsc. f. Pfl., I, 183).

(4) De Lagerheim : *Observ. sur le champ. musqué* (Rev. myc., 1892, p. 158. Centralbl. f. Bakt., 1891, p. 665).

(5) Ludwig : *Ueber das Vorkommen des Moschuspilzes in Saftflüs der Bäume*. (Centralbl. f. Bakt, 1891, X, p. 214)

(6) Ludwig : (Biolog. Centralbl., X, 1891, p. 10).

(7) Massee : *Heterosporium asperatum* (*Berk*). *Mass., a parasitic Fungus*. (J. of roy. microsc. society, 1892, p. 577, 1 pl.)

(8) Kosmahl : *Durch Clad. herb. getödtete Pflanzen von Pinus rigida*. (Ber. d. deutsch. bot. Gesells, 1892, p. 422).

herbarum, il a constaté que le *Pinus rigida* peut être tué par ce champignon.

III. *Genres et espèces nouvelles.* Un certain nombre de genres nouveaux ont été trouvés par M. Thaxter (1). *Sigmoidomyces* à hyphes fertiles croissant en sigmoïdes à branches principales subdichotomes ou faussement dichotomes, les dernières branches stériles. Les spores sont solitaires à parois épaisses portées sur des têtes sphériques qui se trouvent elles-mêmes au sommet de branches latérales. On doit au même auteur (2) la découverte de trois genres : *Helicocephalum* observé sur charogne, *Gonatorrhodiella* sur Hypocrées et Hypomyces *Desmidiospora* sur fourmis.

M. Matruchot (3) a trouvé également sur le bois un genre nouveau, *Costantinella*, qui a été retrouvé assez abondant cette année en plusieurs points des environs de Paris.

Citons encore les genres *Cylindrocladium* (sur *Gleditschia)*, *Synthetospora* (sur Pezize) de M. Morgan (4); le genre *Selenotila* de M. de Lagerheim (5), champignon unicellulaire voisin des levures qui pousse sur la neige ; le genre *Citromyces* qui, d'après M. Wehmer (6), comprend deux espèces faisant fermenter l'acide citrique; enfin le genre *Muronopsis* de M. Delacroix (7).

---

(1) Thaxter (Bot. Gazette, 1891, p. 14-26).

(2) Thaxter : *New genera of Hyphomycetes* (Bot. Gaz., 1891, XVI, p. 205).

(3) Matruchot : Loc. cit.

(4) Morgan : *New genera of Hyphomycetes* (Bot. Gazette, 1892, p. 190, 2 fig.)

(5) De Lagerheim : (Ber. d. deutsch. bot. Gesells., X, 1892, p. 514).

(6) Wehmer : *Ueber Citronsäure Gahrung*. (Sitzb. d. K. Preuss. Akad. d. W., 1893, VI, XXIX, p. 519).

(7) Delacroix : (B. de la Soc. myc., 1891, p. 109).

(A suivre).

J. Costantin.

Le Gérant, Th. Clerquin.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les six premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des six premiers volumes de la

Revue générale de Botanique :

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — BORNET : *Ectocarpus fulvescens.* — GUIGNARD : Anthérozoïdes. — BONNIER : Végétation de la vallée de Chamonix ; Lichens et protonémas des Mousses; Renonculacées de la Flore de France. — JUMELLE : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Développement des plantes annuelles. — KOLDERUP-ROSENVINGE : Organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — DE PLANTA : Crosnes du Japon. — DE SAPORTA : Palmiers fossiles. — DUPRAY : Nouvelle espèce de *Spirogyra*. — PRILLIEUX : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — DUFOUR : Nouvelle espèce de Chanterelle; Gravure photographique; Nouvelle espèce de *Psatyrella*. — TRABUT : *Abies numidica*. — SEIGNETTE : Les tubercules. — COSTANTIN : *Alternaria* et *Cladosporium*. — POULSEN : Phanérogame sans chlorophylle. — MASCLEF : Hellébores.

Revues : Anatomie (LECLERC DU SABLON); Champignons (COSTANTIN); Technique (DUFOUR); Lichens (HUE); Plantes de l'Asie (FRANCHET); Physiologie végétale (JUMELLE); Paléontologie végétale (DE SAPORTA).

Tome II. — *(576 pages, 25 planches et 205 figures dans le texte).* — Battandier et Trabut : *Pancratium Saharæ.* — Curtel : Transpiration et assimilation pendant les nuits norvégiennes. — Flot : Structure de la tige des arbres. — Heckel : Nouvelle espèce de l'Afrique. — Lesage : Feuilles des plantes maritimes. — Bonnier : La vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. — Daguillon : Feuilles des Conifères. — Russell : Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; *Vicia sepium.* — Jumelle : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration. — Brandza : Hybrides. — Leclerc du Sablon : Sommeil des feuilles. — Aubert : Acides organiques chez les plantes grasses. — de Lagerheim : Un parasite de la Vigne. — Daniel : Tannin des Composées. — Franchet : Bambusées à étamines monadelphes. — Poulsen : Grains d'aleurone.

Revues : Algues (Flahault) ; Botanique forestière (Henry) ; Paléontologie végétale (de Saporta) ; Physiologie et Chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Anatomie (Leclerc du Sablon) ; Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Plantes de la France (Masclef).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — Brandza : Téguments de la graine. — Russell : Ascidies de Chou. — Devaux : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — Bordet : *Carex.* — Aubert : Appareil de MM. Bonnier et Mangin pour l'analyse des gaz. — Viala : Maladie des greffes boutures ; Maladie des raisins. — Prunet : Perforation des Pommes de terre par le Chiendent. — Fayod : Structure du protoplasma. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes. — Daniel : Influence du drainage et de la chaux. — Bastit : Tige et feuille des Mousses. — Conway Macmilian : Plantes européennes introduites dans le Minnesota. — Trabut : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; *Riella.* — Daniel : Racines napiformes transitoires. — Costantin : Culture des Basidiomycètes. — Magnin : *Cyclamen europœum.*

Revues : Plantes de la France (Masclef) ; Champignons (Costantin) ; Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Technique (Dufour).

Tome IV — *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — Trabut : *Quercus Mirbeckii.* — Masclef : *Pteris aquilina* sur le calcaire. — Russell : Inflorescence mâle du Noyer. — Jumelle : Recherches physiologiques sur les Lichens. — Dewèvre et Bordage : Mouvements des végétaux. — Leclerc du Sablon : Tubercules des Equisétacées ; Maladie du Platane. — Prunet : Plantes et insectes. — Hervier : Plantes d'Espagne. — Bonnier : Réviviscence des plantules desséchées ; Variations de pression dans la Sensitive. — Aubert : Respiration et assimilation des plantes grasses. — de Janczewski : *Anemone.* — Jacob de Cordemoy : Liliacée exotique. — Costantin et Dufour : La Môle. — Giard : *Lachnidium acridiorum.* — de Lamarlière : Les feuilles à l'ombre et au soleil.

Revues : Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Anatomie (Prunet) ; Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Plantes de la France (Masclef)

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte).* — Duchartre : *Rosa sericea.* — Bonnier : Transmission de la pression à travers les plantes : Alphonse de Candolle. — Boudier : Tubercules pileux de certains Agarics. — Prunet : Tubercules de la Pomme de terre. — Russell : Sur les pelotes marines. — Costantin : Convergence des formes conidiennes. — Naudin : Fécondation des *Phœnix.* — Mesnard : Pureté de certaines essences végétales. — Warming : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — De Lamarlière : Développement de quelques Ombellifères. — Magnin : Végétation des lacs du Jura. — Jaccard : La pression des gaz et le développement des végétaux. — Briquet : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — Boulanger : *Matruchotia varians.* — Palladine : Respiration des feuilles vertes et étiolées. — Leclerc du Sablon : Anatomie de la tige de la Glycine. — Lothelier : Les plantes à piquants. — Costantin et Dufour : Action des antiseptiques sur la Môle.

Revues : Lichens (Hue) ; Algues (Flahault) ; Paléontologie végétale (de Saporta) ; Botanique forestière (Henry) ; Bactéries et fermentations (Boutroux).

Tome VI. — *(544 pages, 21 planches et 57 figures dans le texte).* — Daniel : La greffe ; Applications de la greffe herbacée. — Prunet : Propagation du Pourridié. — Flot : Procédés de micrographie. — Houlbert : Propriétés optiques du bois. — Mesnard : Parfums des plantes. — Devaux : A. Merget. — Mer : Chaudron de Sapin. — Naudin : Littoral de la Provence. — Palladine : Rôle des hydrates de carbone dans la résistance à l'asphyxie. — Trabut : *Marsilia* ; *Œdomyces leproides.* — De Saporta : *Rhizocaulon.* — Prunet : Répartition des engrais. — Costantin et Matruchot : Vert-de-gris, Plâtre et Chanci. — De Lamarlière : Espèces nouvelles de Sphériacées. — Lund : Dessiccation et respiration des tubercules. — Hy : Inflorences. — Dufour et Hickel : Ennemis du Pin. — Bazot : Géographie botanique de la Côte-d'Or. — Bonnier : P. Duchartre ; Plantes arctiques et plantes alpines.

Revues : Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Algues (Flahault) ; Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Champignons (Costantin).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SEPTIÈME

Livraison du 15 Mars 1895

N° 75

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4
—
1895

LIVRAISON DU 15 MARS 1895

I. — SUR LE POLYMORPHISME DU GENRE *SPOROTRICHUM* (avec planches), par **M. Emile Boulanger**. 97

II. — LES INFLORESCENCES EN BOTANIQUE DESCRIPTIVE *(Seconde Note)* (avec figures dans le texte), par **M. F. Hy** (*fin*) 103

III. — MODE D'ACTION DE L'EAU SUR LA VÉGÉTATION (avec planche et figures dans le texte), par **M. Ed. Gain** *(fin)* 123

IV. — REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS SUR LES CHAMPIGNONS pendant les années 1891 à 1893 (avec figures dans le texte), par **M. J. Costantin** *(suite)*. . . . 139

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 2. — *Sporotrichum.*
PLANCHE 3. — *Sporotrichum.*

Cette livraison renferme en outre cinq gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

SUR LE POLYMORPHISME DU GENRE *SPOROTRICHUM*

par M. Emile BOULANGER.

L'étude que j'ai entreprise, et dont je vais donner les premiers résultats, a pour objet le polymorphisme des *Sporotrichum* et la démonstration de leur parenté avec des formes entièrement différentes.

Le champignon qui commence cette série peut donner dans son développement :

1° Une forme agrégée, identique à un *Graphium* déjà connu.

2° Une forme parfaite (ascomycète), identique à un *Chætomium* déjà décrit.

Les rapports qui existent entre ces trois formes n'ont pas encore été signalés. A vrai dire, Zopf (1) a déjà observé chez divers *Chætomium* une forme conidienne qui, sans que l'auteur l'ait spécifié, est évidemment un *Monilia* (2). D'ailleurs ces conidies, d'après le dire de l'auteur, sont incapables de germer ; Zopf les désigne sous le nom d' « *organes rudimentaires* ». Les spores de *Sporotrichum*, formes conidiennes du *Chætomium* que j'étudie, germent au contraire avec la plus grande facilité.

SPOROTRICHUM VELLEREUM Sacc. et Speg. (var. **griseum** Boul.)

A. — ÉTUDE DE LA FORME FILAMENTEUSE (*SPOROTRICHUM*).

Ce champignon s'est développé sur des feuilles de Coca, exposées à l'humidité. C'est une moisissure floconneuse, s'étalant sous forme d'un voile blanc grisâtre à la surface du *substratum*. Elle se cultive bien en tubes stérilisés, et après quelques semis successifs, je l'obtins absolument pure.

---

(1) W. Zopf : Zur Entwickelungsgeschichte der Ascomyceten (*Chætomium*). Halle, 1881.

(2) Je montrerai prochainement que les *Monilia*, en plus de leur forme parfaite (*Chætomium*), peuvent présenter un état agrégé (*Stysanus*). Le parallélisme avec le cas que j'étudie aujourd'hui se trouve donc complet.

Description microscopique. — Dans une préparation (Pl. 2, fig. 1), les filaments sont incolores, cylindriques (2-3 μ diam.), ramifiés et cloisonnés (à 10-15 μ d'intervalle). Sur toute la longueur de ces filaments, on remarque de distance en distance de courts rameaux secondaires, simples ou peu ramifiés, portant une spore terminale unicellulaire, piriforme, incolore et lisse. Les ramuscules sporifères ont 30-50 μ long. ; leur diamètre, qui est 2-2,5 μ près des filaments principaux, diminue à leur extrémité. Ils portent une cloison un peu au-dessus de leur point d'insertion, quelquefois une autre à la moitié de leur hauteur. La spore mesure 7-8 μ = 4-5 μ.

On remarque de plus, entourant les filaments et les masquant souvent, des amas considérables de spores détachées. Les spores sont en effet très caduques, et il est nécessaire, pour observer leur mode d'insertion, de suivre le développement du champignon en cellule, dans une goutte de liquide nutritif et stérilisé.

La spore germe facilement dans le bouillon ; elle donne un tube mycélien, qui se ramifie dès sa naissance. Les filaments sont *rampants* et deviennent rapidement fructifères : on voit en effet bourgeonner sur eux, d'abord près de la spore primitive, puis de plus en plus loin sur toute leur longueur, de courts rameaux secondaires, cloisonnés à leur base.

Formation des spores. — Dès que les ramuscules ont atteint leur longueur définitive, une spore naît à leur extrémité. Pour former cette spore, le filament s'étrangle à sa partie terminale (fig. 2) : il se forme une cloison en cet endroit. La cellule ainsi constituée s'accroît, devient ronde, puis piriforme : c'est une spore terminale. Puis, elle est rejetée sur le côté du filament (fig. 3), celui-ci continuant de s'accroître par son extrémité (fig. 4). Cette partie terminale, récemment formée au delà de la spore, s'épaissit légèrement (fig. 4, 4'), s'étrangle et donne une nouvelle spore terminale (fig. 5) ; et ainsi de suite (fig. 6, 7) (1).

Il se produit de la sorte plusieurs spores, placées autour du filament, la spore terminale étant toujours la plus jeune. L'ensemble constitue une grappe, située à l'extrémité du ramuscule sporifère ; la grappe adulte est formée d'une douzaine de spores, réparties sur une longueur de 12-15 μ.

---

(1) Dans un cas anormal, des spores se sont formées à mi-hauteur du rameau sporifère (fig. 9 et 9').

Les spores semblent s'insérer par un pédicelle très-court, distinct du filament ; la partie mince, qui rattache la spore au filament, n'est pas une cellule, mais un prolongement de la spore, un mucron.

Après huit jours de culture, le champignon est adulte (fig. 8) ; les filaments rampants sont masqués par les ramuscules, porteurs de grappes de spores très-fournies ; un grand nombre de spores mûres se sont détachées et flottent dans le liquide nutritif.

En résumé, cette mucédinée est *couchée*, floconneuse, blanche au début, grisâtre à maturité. Ses filaments fructifères et *rampants* la distinguent des *Botrytis* ; il n'y a pas de filaments stériles. Les spores s'insèrent directement sur de courtes et nombreuses ramifications du filament ; elles sont unicellulaires, incolores et groupées en une grappe allongée, facilement dissociable.

D'après ces caractères, le champignon appartient au genre *Sporotrichum* Link.

Le genre *Sporotrichum* (qui comprend les *Microsporon*, parasites, et les *Sporotrichum* (s. s.), saprophytes), renferme un grand nombre d'espèces ; mais beaucoup d'entre elles, insuffisamment décrites, doivent être négligées. La caducité des spores rend leur détermination difficile d'après une simple préparation ; les figures que les auteurs en ont données ne représentent souvent que des filaments entourés de spores détachées. Ce genre, mal défini, renferme probablement des formes étrangères : des *Botrytis*, dont les filaments sont dressés ; des *Trichosporium*, colorés en noir ; peut-être même des *Oospora*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, etc. ; enfin, certaines espèces sont pathogènes (le *Microsporon Audouini* produit la teigne, etc...) ; ces différentes raisons augmentent l'intérêt que l'étude systématique d'un tel genre peut présenter.

Le *Sporotrichum* que j'étudie se rapproche beaucoup du *Sporotrichum vellereum* Sacc. et Speg., qui est blanc ; n'en différant que par sa coloration grisâtre, il peut être considéré comme une de ses variétés (var. *griseum*).

B. — PASSAGE A LA FORME AGRÉGÉE (*GRAPHIUM*).

J'ai cultivé *très-longtemps* cette mucédinée sur les milieux solides usités dans les laboratoires, *sans constater la moindre modification.* Ce n'est qu'après un an de cultures successives sur les mêmes milieux, que j'y ai observé un commencement de transformation.

Cultures sur milieux solides. — A côté de rameaux sporifères normaux (Pl. 3, fig. 10, *a*), incolores et simples (ou peu divisés), s'en montrèrent d'autres (*b*), plus ramifiés, fructifères aussi.

En d'autres points, il devenait difficile de reconnaître la fructification primitive ; le rameau sporifère (fig. 11) était plus long, cutinisé (d'où sa coloration en brun), et il se ramifiait, à l'extrémité, en de nombreuses branches fertiles, incolores.

D'autres branches fructifères (fig. 12) étaient encore plus différenciées. A la place du rameau primitif se dresse un véritable arbuscule sporifère. Le pied, amorcé sur le filament rampant incolore, est formé par un seul filament cloisonné et cutinisé ; il s'épanouit et donne de nombreuses branches ramifiées, cutinisées près du pied, mais incolores à leur extrémité fertile (1).

Ces formes étaient très-variées et se trouvaient en petit nombre au milieu des rameaux sporifères normaux. Elles marquent la tendance à se modifier de quelques-uns des rameaux et n'impliquent pas la modification complète du *Sporotrichum* lui-même.

Quelque temps après, des *Graphium* apparurent dans les cultures ; ces petits pieds noirâtres et rigides, surmontés d'une boule gélatineuse et transparente, naissaient directement sur les filaments du *Sporotrichum.* On voyait en effet quelques filaments aériens supporter plusieurs de ces arbuscules, les isolant ainsi du substratum.

Les *Graphium* se montrèrent bientôt en grand nombre, au bout d'un mois ; ils deviennent alors si nombreux, qu'ils masquent la forme filamenteuse, et un observateur non prévenu y trouverait difficilement le *Sporotrichum.* Celui-ci subsiste néanmoins, et reste principalement visible à la partie supérieure du tube, où le *substratum* est quelque peu desséché.

Cette apparition du *Graphium* sur le *Sporotrichum* s'est faite sur milieux solides ; et puisque sur ces milieux elle ne s'était pas produite *dès les premières cultures*, il semble que le temps soit un des facteurs de ce polymorphisme. Non pas qu'il se soit accompli dans des cultures âgées, mais bien après de nombreuses cultures successives sur le même milieu.

---

(1) On doit tenir compte dans ces figures (10, 11 et 12), provenant de préparations, de la caducité des spores ; nous avons vu (fig. 1), que seule la spore terminale, qui est très jeune, y subsiste.

Étude du Graphium. — Le *Sporotrichum* se développe rapidement en cellule ; quinze jours après le semis, dans les cultures favorables, on voit des *Graphium* se dresser sur la forme filamenteuse. Ils contrastent vivement avec les filaments incolores du *Sporotrichum* par leur coloration brune, due à la cutinisation. Mais ils ne terminent pas tous leur développement ; chez quelques-uns, les filaments, au lieu de s'agréger pour former le pied du *Graphium*, restent isolés les uns des autres. Ces formes dissociées, qui se produisent dans les milieux liquides, auront l'avantage de nous faire connaître d'une façon plus complète l'organisation d'un *Graphium.*

a. Naissance du Graphium. — Deux cas peuvent se présenter dans la formation d'un *Graphium* :

1° Le *Graphium* naît d'une cellule unique du filament rampant du *Sporotrichum* ; en ce point, se dresse un seul filament cutinisé (fig, 13, *a*), qui s'est ramifié abondamment dès sa naissance, et a donné un pied par l'agrégation de ses branches. Ce cas est très rare.

Nous avons vu (fig. 10, 11, 12) la tendance de certains rameaux sporifères (du *Sporotrichum*) à se modifier ; ils se cutinisaient (comme le *Graphium*), et se ramifiaient abondamment. Le *Graphium* semble donc le terme ultime de cette transformation, d'autant plus que, comme nous le verrons plus loin (fig. 14'), chacune de ses ramifications terminales porte des spores insérées comme chez le *Sporotrichum.*

Dans le cas qui nous occupe, le *Graphium* rudimentaire, né par un seul filament sur la forme filamenteuse, représente la transformation d'un seul rameau sporifère de *Sporotrichum.*

2° Mais, d'ordinaire, le *Graphium* se forme par la coalescence de plusieurs filaments dressés, nés sur plusieurs cellules successives d'un même filament rampant; il provient alors de plusieurs rameaux sporifères, transformés et agrégés.

Ainsi, la fig. 14 (Pl. 4) montre plusieurs filaments cutinisés se dressant sur le même filament rampant. De l'une des cellules de celui-ci, partent trois filaments de *Graphium* et un rameau fructifère propre à la forme filamenteuse. Un peu plus loin, le filament a donné des rhizoïdes (*rh*, fig. 13 et 14) cutinisés, ramifiés, non cloisonnés. C'est par eux que le *Graphium* se fixe sur le substratum et y puise sa nourriture ; ils se développent abondamment et forment un tapis jaunâtre à la base de l'arbuscule adulte.

b. Pied et tête sporifère. — Le pied (360 μ × 34 μ) est coloré en brun; il est (Pl. 5, fig. 22) droit, lisse, formé par des filaments agrégés, dressés, cutinisés, cylindriques (3 μ diam.) et cloisonnés (à 30 ou 35 μ d'intervalle).

Chaque filament donne à sa naissance deux ou trois branches, qui se ramifient peu dans la longueur du pied, s'y anastomosant quelquefois, et se groupent en faisceaux parallèles accolés, sans s'enchevêtrer.

La tête sporifère résulte de l'épanouissement du pied. La disposition des branches fructifères et le mode d'insertion des spores, très confus chez un sujet adulte (Pl. 5, fig. 20), sont visibles à l'état jeune (Pl. 4, fig. 15) ou chez les formes dissociées (fig. 14). On voit alors que chaque filament, à sa sortie du pied, donne des branches parallèles, naissant les unes au dessus des autres, et qui se terminent à la même hauteur, groupées en pinceau. Ces ramifications fructifères, cutinisées à leur naissance, comme les filaments du pied, deviennent incolores à mi-hauteur de la tête sporifère. Elles sont serrées les unes contre les autres et forment un capitule hémisphérique (180 μ diam.) peu coloré, recouvert de spores; chaque filament s'y termine, en effet, par une *grappe* de spores, très dissociable, analogue à celle du *Sporotrichum*. Les spores (fig. 16, *a*) sont un peu plus allongées (1) (presque cylindriques) que dans la forme filamenteuse (fig. 16, *b*).

A maturité, la tête fructifère est entourée d'une boule mucilagineuse, transparente, englobant les spores détachées.

Les dimensions très variables d'un *Graphium*, la condensation si confuse de l'appareil sporifère, rendent très délicate la détermination spécifique de cette forme agrégée : elle ne sera certaine qu'avec le concours de la forme filamenteuse correspondante.

Le *Graphium*, forme agrégée du *Sp. vellereum* (var. *griseum*), doit être rapporté au *Gr. eumorphum* Sacc.; il n'en diffère que par l'absence de deux gouttelettes (vacuoles) dans la spore, caractère négligeable, dépendant le plus souvent du milieu de culture.

---

(1) Elles mesurent 12 × 4 μ.

(A suivre).

LES INFLORESCENCES

EN BOTANIQUE DESCRIPTIVE

par **M. F. HY.**

(Deuxième Note, Fin).

INFLORESCENCES MODIFIÉES

Les inflorescences peuvent être soumises à des altérations d'ordre très divers, qui obscurcissent leurs caractères typiques. Il en résulte de nombreuses formes de passage à ajouter à celles mentionnées au précédent chapitre. Nous nous sommes bornés, en effet, à y considérer les transitions entre axes définis et indéfinis, et entre pédoncules verticillés et alternes, c'est-à-dire celles qui touchent directement aux bases même de la classification ici adoptée.

Mais beaucoup d'autres peuvent être relevées ; il convient de les étudier maintenant, en les rattachant aux causes générales qui les déterminent.

Une d'elles a été déjà signalée plusieurs fois, c'est l'*amoindrissement* que subissent beaucoup d'inflorescences dans leur ensemble ou dans certaines de leurs parties. Mais les effets en sont tellement variés, qu'il importe d'y revenir. Nous envisagerons ensuite les modifications produites par la tendance inverse à l'*exubérance*, puis celles qui résultent des *soudures* ou déplacement dans l'insertion des organes latéraux. Enfin nous terminerons par les variations d'ordre physiologique dues à la croissance dans des conditions de milieu différentes.

Inflorescences amoindries.

C'est un fait général, pour les inflorescences composées, que les axes d'ordre supérieur sont moins richement ramifiés que les autres. Bien des causes concourent à ce résultat : raisons mécaniques et d'équilibre, qui exigent que la masse d'un édifice à son faîte soit moindre qu'à ses fondements ; raisons physiologiques, qui font que le courant de la sève nourricière arrive tout d'abord aux rameaux de la base, et s'affaiblit graduellement avant d'atteindre les sommités.

D'une façon générale, l'appauvrissement se manifeste par deux effets principaux, diminution du nombre des nœuds florifères, et disparition des organes insérés à ces nœuds. On sait qu'un nœud porte normalement une bractée avec le pédoncule floral à son aisselle ; or, l'on peut voir disparaître, suivant les cas, la bractée axillante, la fleur fertile et même jusqu'au moindre rudiment de pédoncule, laissant une simple articulation, comme témoin, pour marquer la place d'une ramification arrêtée.

Relativement aux nœuds supprimés, l'effet varie suivant que l'inflorescence est indéfinie, mixte ou définie.

Dans les premières, où tous les pédoncules sont de même degré, leur nombre devient seulement plus petit ; ceux du sommet, particulièrement atteints, deviennent en même temps plus courts, plus grêles et parfois caduques ou oblitérés.

Chez les inflorescences mixtes la dégradation peut affecter, à la fois ou séparément, les pédoncules latéraux et la fleur terminale.

Contrairement au cas précédent, la suppression des axes latéraux s'opère suivant un ordre variable mais presque toujours ascendant ; quand un seul subsiste, c'est ordinairement le plus rapproché de la prime-fleur. Pour cette dernière, nous avons vu plus haut comment elle se dissimule et finit même par disparaître tout à fait.

S'il s'agit enfin d'inflorescences définies, le nombre des pédoncules de chaque degré ne peut être restreint, étant déjà réduit au minimum, mais c'est le nombre même des degrés de ramification qui diminue.

Plusieurs faits précédemment cités fournissent des exemples de cette tendance à l'amoindrissement chez les inflorescences composées; il suffit de se reporter aux cas du *Spirea Filipendula* (fig. 1) et du *Silene nutans* (fig. 2).

Une conclusion qui en ressort tout naturellement, c'est que, dans l'examen d'une inflorescence donnée, il convient d'en chercher les caractères essentiels dans la partie basilaire, c'est-à-dire sur l'axe de premier degré, et de rapporter à cette structure typique les variations secondaires qui ne manquent pas de se produire aux extrémités. Ainsi nous avons reconnu une botryoïde composée dans le *Rubus fruticosus*, bien que la diminution dans le nombre des pédoncules latéraux les réduise à deux ou à un seul, ou même les fasse disparaître complètement, ne laissant que les bractéoles stériles aux degrés supérieurs, parce que ces dichasoïdes, ou autres petits groupes plus simples encore, ne sortent pas du type général de l'anthèle.

Dans d'autres circonstances l'amoindrissement s'opère sans transitions. Il en est ainsi pour les inflorescences réduites à une ou deux fleurs, et dont on n'arrive à déterminer la nature que par comparaison avec les cas précédents, ou mieux avec les inflorescences moins dégradées des espèces voisines. Quelques exemples choisis montreront à quels types peuvent se rapporter ces fleurs géminées ou même solitaires.

INFLORESCENCES PAUCIFLORES INDÉFINIES

Elles sont assez rares ; toutefois, la famille des Légumineuses nous offre plusieurs cas très nets de grappes réduites à une ou deux fleurs. Dans le genre *Vicia*, la grappe est souvent bien développée (*V. Cracca*, *villosa*, etc.); elle se raccourcit tout en demeurant multiflore dans le *V. sepium* ; les fleurs tombent à 3 ou 5 dans le *V. gracilis;* puis nous arrivons aux types qui ont normalement une ou deux fleurs. Dans la *V. Lens* et *tetrasperma* une légère pointe rapprochée de la dernière fleur représente encore la terminaison de l'axe floral épuisé. Toute trace en a disparu dans les *V. sativa* et *angustifolia*, mais l'analogie avec les espèces congénères force à y reconnaître une grappe biflore. Enfin, la réduction à une seule fleur, normale dans le *V. lutea*, offre l'exemple le plus dégradé d'une inflorescence indéfinie.

Divers *Ribes*, tels que le *R. niveum*, peuvent encore être cités pour leurs grappes pauciflores, et le fait est d'autant plus remarquable que le genre voisin *Robsonia*, par ses fleurs solitaires ou géminées, se rattache certainement à la série des anthèles.

Les cas de thyrses biflores sont plus rares encore, et surtout un criterium positif manque pour les distinguer du dichase simple et acéphale. On peut y rapporter toutefois les fleurs géminées des *Lonicera* de la section *Xylosteum*, parce que plusieurs espèces congénères montrent un thyrse parfait.

INFLORESCENCES PAUCIFLORES MIXTES

On doit rapporter à cette catégorie le plus grand nombre des inflorescences biflores à bractées isolées. Outre que la prime-fleur s'y montre nette d'ordinaire, les divers cas observés et soumis à la méthode de comparaison se rapportent plutôt à l'anthèle. En voici quelques exemples :

1° Les *Althæa rosea* et *cannabina* portent à l'aisselle des bractées qui garnissent le sommet des tiges de petits groupes floraux uni ou biflores qui sont des corymboïdes appauvries. Quelques-unes, vers la base, se montrent un peu plus florifères et manifestent ainsi la nature des premières ; en outre, certaines espèces voisines ont des corymboïdes toujours richement développées (*A. narbonensis* et *officinalis*). Dans l'*Althæa hirsuta* on observe, au contraire, un maximum de réduction, puisque toutes les fleurs sont solitaires.

2° Le *Gagea saxatilis* possède aussi très habituellement une petite inflorescence terminale à une ou deux fleurs et de même nature. La preuve s'en trouve dans l'inspection d'un grand nombre de pieds parmi lesquels quelques-uns plus vigoureux montrent accidentellement une corymboïde pluriflore.

Si au-dessous de la fleur solitaire se trouvent plusieurs paires de bractéoles décussées, comme dans le *Calluna vulgaris*, nous avons réellement une thyrsoïde privée de ses pédoncules latéraux.

Le cas des *Geranium* à fleurs géminées pourrait donner lieu à une méprise, parce que les deux bractées sous-florales y paraissent opposées. En réalité elles sont alternes, rapprochées seulement l'une de l'autre par suite de la brièveté de l'entre-nœud qui les sépare ; à cet égard elles ne diffèrent pas des autres feuilles. On a ici de fait une dichasoïde réduite à deux fleurs par avortement du pédoncule latéral inférieur. Ce qui le prouve, c'est que parfois (*G. columbinum*) la brachée même de ce pédoncule peut à son tour disparaître. Or, jamais pareil fait ne se produit dans les cas de vrais dichases, où l'une des branches axillaires peut bien manquer, mais non la bractée elle-même. Ce dichasoïde devient uniflore dans le *G. sanguineum*

INFLORESCENCES PAUCIFLORES DÉFINIES

S'il existe des cymes appauvries et réduites à un seul degré, leur apparence doit être tout à fait celle des anthèles biflores étudiées plus haut, et pour lesquelles la méthode de comparaison nous a seule permis de fixer notre choix.

Il importe d'accentuer ici cette différence et de montrer comment se comporterait une inflorescence biflore, si elle appartenait réellement à la cyme. Dans ce cas, la recherche de groupes floraux moins appauvris devrait nous montrer quelque nouveau pédoncule issu de l'*axe secondaire*. Or, c'est, au contraire, sur l'*axe du premier degré* que la plupart des cas examinés nous font voir l'apparition d'une troisième fleur.

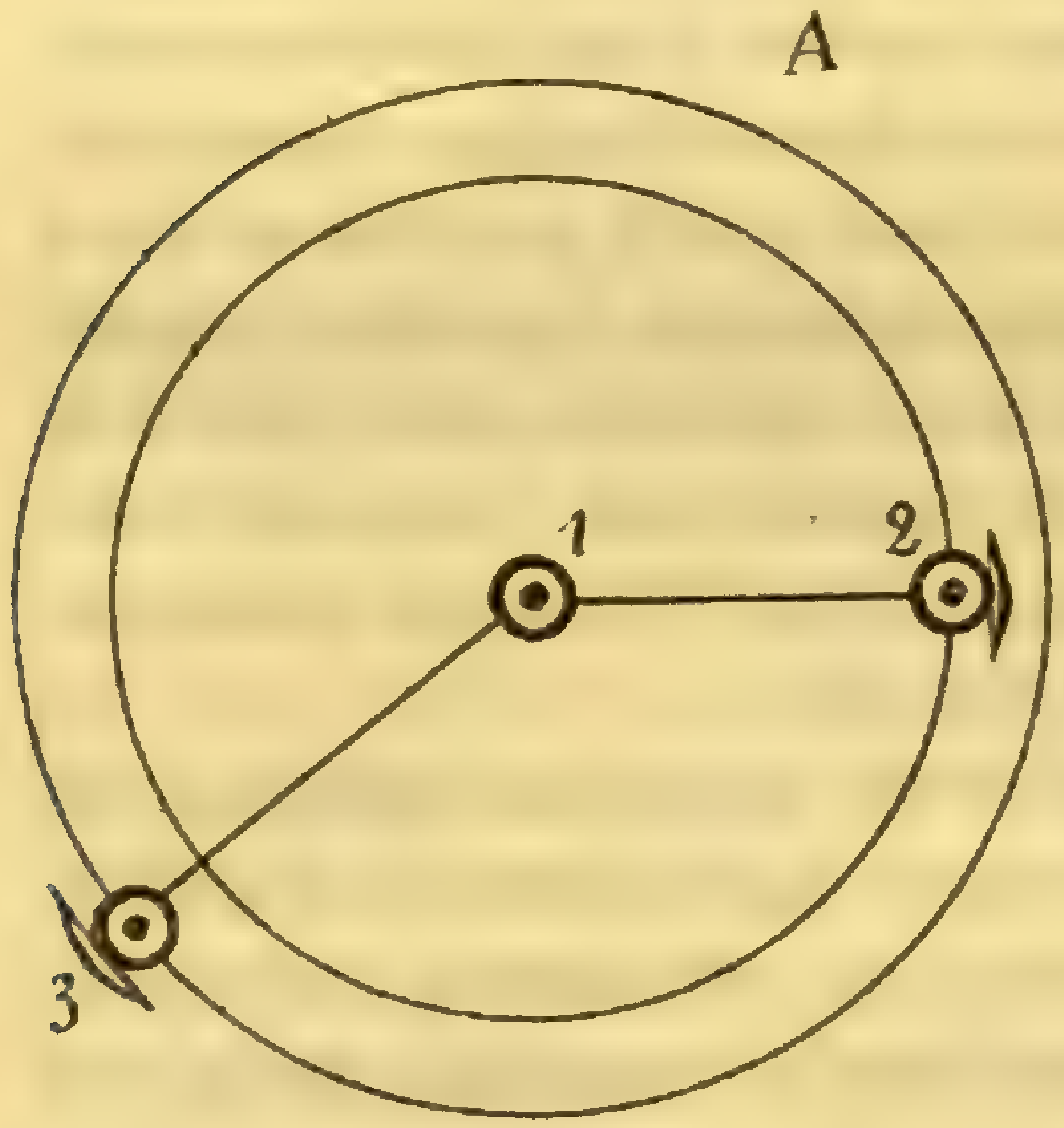


Fig. 15. — Inflorescence triflore de *Ranunculus chærophyllos* se rapportant à l'anthèle.

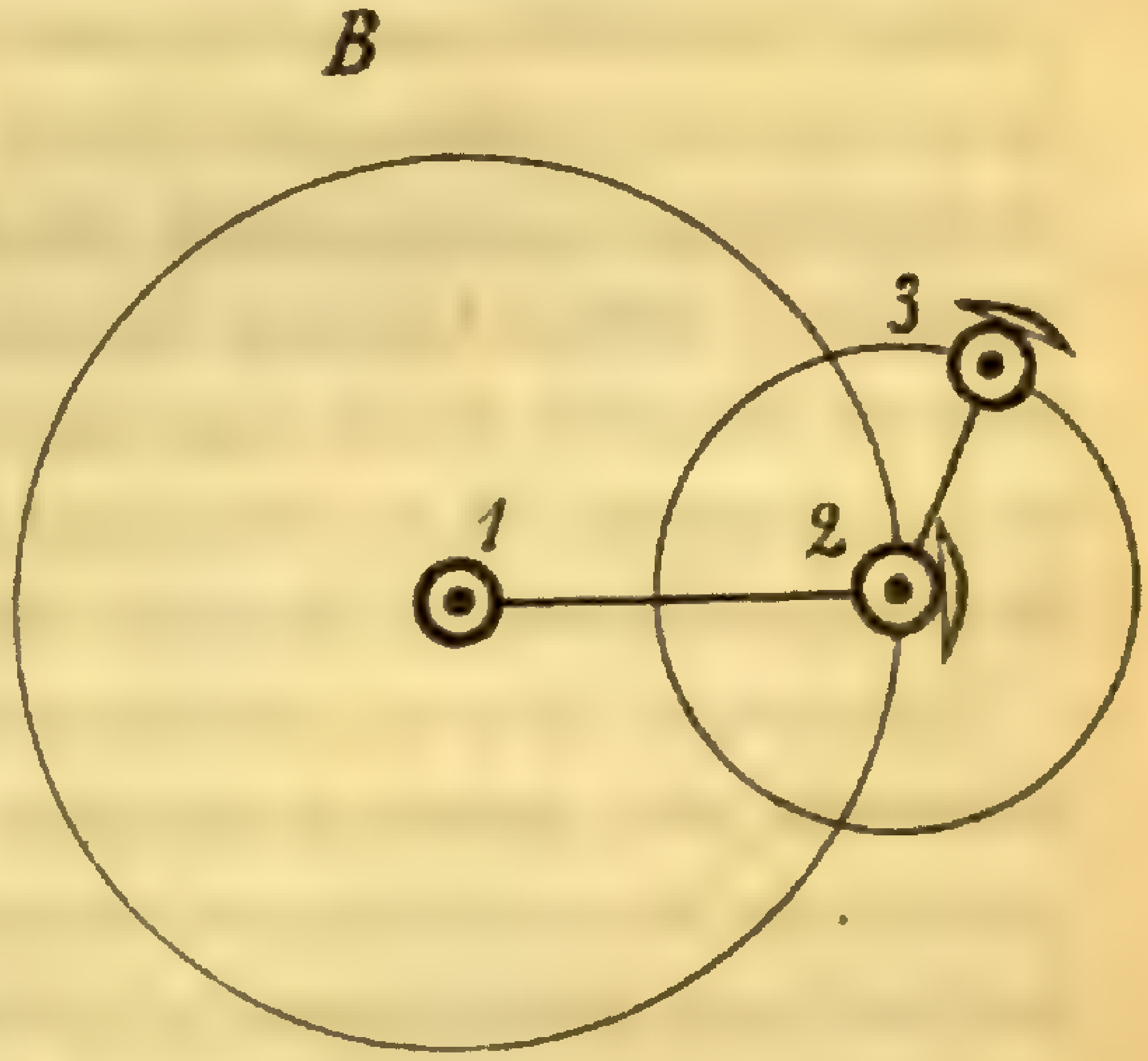


Fig. 16. — Inflorescence triflore de *Ranunculus chærophyllos* se rapportant à la cyme.

Deux diagrammes théoriques feront mieux ressortir encore ce contraste (fig. 15 et 16). Le deuxième mode de groupement (fig. 16, B) ne s'est jamais montré à nous que d'une manière accidentelle dans certaines espèces possédant de la sorte une inflorescence exactement intermédiaire entre la cyme et l'anthèle appauvries.

Il en est ainsi chez le *Ranunculus chærophyllos*. Le cas le plus fréquent est la fleur solitaire avec une bractéole infraposée; souvent une seconde fleur latérale se développe à l'aisselle de la bractéole ; enfin, bien plus rarement, la tige porte une troisième fleur de situation variable. Quand cette fleur paraît sur l'axe principal, comme l'indique la fig. 15, A, elle fournit une anthèle triflore ; il y a, au contraire, petite cyme rudimentaire, quand la troisième fleur est du troisième degré (fig. 16, B).

Les dichases simples réduits à une ou deux fleurs sont bien plus fréquents. Si c'est la fleur terminale qui manque, il est assurément difficile, nous l'avons fait remarquer plus haut, de distinguer d'un thyrse ce dichase acéphale. Nous nous sommes déterminés pour le thyrse dans le cas des *Lonicera*, sect. *Xylosteum*, parce que la méthode comparative fournit des arguments dans ce sens.

Toute ambiguité disparaît lorsque les dichases sont réduits par avortement des pédoncules latéraux, comme dans *Mœnchia erecta*.

Le *Convolvulus arvensis* porte à l'aisselle des feuilles supérieures de sa tige des pédoncules tantôt uniflores, tantôt pourvus de deux ou trois fleurs, qui rentrent absolument dans le type des dichases appauvris. Même lorsque les deux fleurs latérales manquent à la fois, on retrouve leurs deux bractées stériles, sous forme de bractéoles opposées. Il en est ainsi encore dans *Verbascum virgatum*, *Rhodotypus kerrioides*, *Tecoma radicans*, etc.

Concluons que le nombre des fleurs vraiment solitaires est beaucoup plus restreint qu'on ne l'admet communément. Sur leur pédoncule on n'observe ni bractéoles, ni articulation (*Anagallis*, *Antirrhinum*, *Calystegia* (1). Toutes les fois, au contraire, qu'on voit un pédoncule pourvu d'un nœud, avec ou sans appendices, on peut le considérer comme un axe d'inflorescence arrêté dans sa ramification. La présence d'une bractéole indique une anthèle, bien plus rarement une grappe ou une cyme ; deux bractéoles subopposées marquent une dichasoïde, deux nettement opposées un dichase. Enfin, dans le cas de plusieurs bractéoles on doit reconnaître soit une anthèle multinodale, soit une thyrsoïde suivant la disposition éparse ou décussée.

---

(1) C'est à dessein que nous citons ici les *Calystegia*, car il ne faut pas considérer ici comme bractéoles les deux larges folioles entourant le calice ; ce sont des écailles d'involucre et comme telles constamment stériles.

Inflorescences exubérantes.

Si l'on compare deux inflorescences inégalement développées dans la même plante, celle qui possède le moins de fleurs peut être considérée comme amoindrie par rapport à l'autre: mais on pourrait tout aussi bien dire au rebours de celle-ci qu'elle est exubérante, la première étant prise pour type. En somme les deux catégories ne se distinguent par aucun caractère absolu. Les mêmes causes, étudiées au précédent chapitre, suivant qu'elles agissent en sens opposé, peuvent avoir comme résultat de diminuer le nombre des nœuds floraux ou au contraire de les multiplier.

Aussi, pour éviter les répétitions inutiles, nous nous bornerons à considérer ici un effet positif d'exubérance tendant non plus à faire varier le nombre des nœuds florifères sur les axes, mais à augmenter celui des pédoncules insérés normalement à chaque nœud.

On sait qu'en règle générale toute bractée-mère possède une seule fleur à son aisselle. Or, de même que par appauvrissement cette fleur peut faire défaut, par exubérance, au contraire, dans certains cas exceptionnels, mais néanmoins très variés, un ou plusieurs autres peuvent s'ajouter au pédoncule principal : ils méritent dès lors le nom d'*accessoires*.

Suivant leur position on peut distinguer parmi eux plusieurs catégories, comme d'ailleurs parmi les bourgeons ordinaires, sur les parties végétatrices, les *collatéraux* insérés à droite ou à gauche du premier, et ceux qui sont placés sur la même ligne médiane, le plus ordinairement au-dessous de lui.

Il est remarquable que les pédoncules accessoires se montrent avec une abondance particulière au point précis où l'épanouissement commence, ce qui s'explique aisément si l'exubérance est en cause, puisque c'est aussi l'endroit où les fleurs sont mieux favorisées pour recevoir l'influence de la sève nourricière. Sur les axes indéfinis il faut les chercher soit à la base même, soit un peu plus haut. C'est vers le tiers inférieur que cette superfétation produit ses principaux effets le long du thyrse de *Teucrium Chamædrys* : il n'est pas rare d'y trouver jusqu'à trois fleurs superposées à l'aisselle de chaque bractée; au-dessous ou au-dessus le nombre descend à deux, enfin les fleurs redeviennent régulièrement solitaires tout au sommet.

1° *Pédoncules collatéraux.* — Le cas le plus simple de deux fleurs collatérales s'observe dans le *Yucca gloriosa.* Sur l'axe principal de beaucoup de Graminées ce sont deux rameaux d'inflorescence, inégalement développés et ramifiés, avec avortement de la bractée-mère commune. Le nombre des branches collatérales peut s'élever à trois dans le *Cannabis sativa.* Parfois l'une de ces branches est remplacée par un rameau végétatif, par exemple dans les *Vincetoxicum* et *Gomphocarpus.* Ailleurs on trouve régulièrement un bourgeon foliaire entre les deux fleurs (*Asparagus*) ou, au contraire, une grappe entre deux bourgeons végétatifs (*Nuttallia*). Le plus souvent cette disposition manque de fixité et présente des combinaisons qui diffèrent sous le rapport du nombre aussi bien que de la nature des bourgeons. Ainsi, dans les *Prunus cerasifera* et *spinosa*, à l'aisselle des feuilles tombées l'année précédente on peut trouver une fleur et un rameau foliaire, ou la fleur solitaire, ou enfin celle-ci escortée de chaque côté par un bourgeon. La variété même de ces effets montre assez que la cause ici en jeu est une hypertrophie locale. Ajoutons qu'il y a souvent une réelle difficulté pour distinguer des fleurs collatérales d'avec une inflorescence simple et pauciflore, surtout si les pédoncules sont très courts. Ainsi dans le *Suæda fruticosa* on pourrait prendre au premier coup d'œil pour collatérales les fleurs insérées à l'aisselle de chaque feuille, tandis qu'elles constituent en fait un petit dichase capité. On reconnaît la méprise en constatant la présence de deux bractées latérales très réduites et dissimulées. Quand les bractées manquent on ne peut établir sûrement la nature collatérale des pédoncules que par l'organogénie ; ainsi seulement on les distinguera des cas assez fréquents d'une branche ramifiée dès sa base.

2° *Pédoncules superposés.* — Très ordinairement le principal de ces pédoncules est l'interne, ou supérieur, c'est-à-dire le plus rapproché de l'axe, et lorsqu'il y en a plusieurs les autres lui succèdent régulièrement suivant l'ordre descendant (*Œnothera rosea, Teucrium Botrys, T. Chamædrys, T. flavum,* etc.) ; plus rarement c'est l'externe adossé à la bractée-mère (*Fuchsia gracilis*). Il arrive souvent que l'un des pédoncules ou même tous se ramifient en petites inflorescences distinctes, comme chez les *Verbascum* à fleurs fasciculées, où l'analyse minutieuse permet de reconnaître jusqu'à quatre groupes floraux indépendants et superposés à l'aisselle des bractées.

De même dans *Glycyrrhiza echinata* il n'est pas rare de voir au-dessus de chaque feuille deux grappes d'inégale valeur : Ce sont deux thyrsoïdes dans *Clematis Flammula*. Ailleurs, à l'un de ces axes florifères se substitue un rameau végétatif ; parfois même ce rameau usurpe la première place, celle du haut (*Viola tricolor*, *Cuscuta major*) ; mais le plus souvent il est infraposé (*Clematis recta*, *Linaria minor*, *Melilotus officinalis*) ; dans le *Citrus triptera* il est, en outre, modifié en épine sous-florale.

3° Dans quelques cas les pédoncules accessoires peuvent être *à la fois collatéraux et superposés* : ainsi dans le *Malva silvestris* on trouve à gauche un hémi-dichase unilatéral, à droite un ramuscule foliaire et au-dessus enfin un bourgeon tardif ou rudimentaire.

Inflorescences modifiées par des concrescences

Une cause fréquente d'obscurité dans l'analyse d'une inflorescence donnée tient à la disparition des bractées, puisque l'on perd ainsi le plus sûr indice permettant de distinguer, malgré les apparences contraires, les rameaux axillaires de l'axe principal. Plus grande encore est la difficulté, lorsque ces mêmes bractées viennent à être déplacées de leur lieu d'insertion normale. Ces cas généralement connus sous le nom de soudures résultent plutôt d'une vraie concrescence entre organes voisins, puisque ceux-ci ne sont à aucun âge indépendants. Comme ils ont été étudiés avec soin par beaucoup de botanistes, il suffira de rappeler brièvement ceux qu'il nous importe de connaître, en les rattachant à deux catégories principales.

A. *Rameau axillaire concrescent avec la bractée-mère.*

1° L'inflorescence du Tilleul donne un exemple vulgaire du phénomène le plus simple à interpréter. Le pédoncule général, au lieu de se séparer au sommet même de l'angle axillaire, reste adhérent à la bractée jusque vers le milieu, de façon que son insertion paraît épiphylle. On voit encore une pareille disposition dans plusieurs *Ruscus* et dans l'*Helwingia*, plante du Japon étudiée par Decaisne (1).

2° Souvent la concrescence, analogue au fond, présente une apparence tout autre, lorsque la bractée ne développe son limbe qu'au-dessus du point de séparation d'avec le pédoncule. Cette bractée ainsi entraînée, suivant l'expression usitée dans le langage descriptif, semble prendre naissance à la face dorsale du pédoncule, et pourrait être facilement prise pour une bractéole stérile (*Thesium*, *Laburnum*, *Epilobium rosmarinifolium*, *Œnothera rosea*, *Amarantus caudatus*). Parfois même une fleur secondaire prend naissance, à l'angle d'insertion apparente du pédoncule *(Samolus Valerandi)*. Mais, dans tous ces cas, on est éclairé par cette double circonstance : 1° que la prétendue bractéole est *dorsale* et solitaire ; que la bractée normale fait défaut à la base du pédoncule. Quant à la fleur produite accidentellement dans le *Samolus*, il faut la considérer comme accessoire, infraposée, analogue à celles étudiées au précédent chapitre, avec la particularité d'une concrescence unissant ici trois membres au lieu de deux, deux fleurs superposées et leur commune bractée axillante.

3° La bractée peut être adhérente avec un pédoncule transformé en faux-axe, comme on le voit chez beaucoup de Solanées, de Borraginées et de Crassulacées, les *Helianthemum*, etc., c'est-à-dire dans le plus grand nombre des scorpioïdes. Ici l'erreur est d'autant plus facile que la fleur, entraînée d'ordinaire jusqu'au nœud suivant, simule ainsi presque la bractée axillante de la fleur portée à ce nœud. En réalité, sa nature est tout autre ; on remarque d'abord que son insertion apparente ne la place pas exactement sous la fleur prétendue axillaire, mais un peu sur le côté.

Ce qui le prouve, en outre, c'est l'extrême irrégularité avec laquelle se produisent ces phénomènes d'entraînement. En effet, la bractée est loin d'être toujours reportée jusqu'au nœud supérieur, elle peut rester en chemin vers le milieu de l'entrenœud, parfois même, bien que rarement, elle se sépare de l'axe au-dessous de son point d'insertion normale, de sorte qu'au lieu de concrescence, il y a plutôt alors disjonction. Toutes ces variations s'observent notamment dans le *Solanum Dulcamara* pour le pédoncule général de l'inflorescence, qui naît soit au-dessus, soit au-dessous de la feuille à laquelle il devrait être régulièrement opposé.

---

(1) Ann. sc. nat. 1836, t. VI, p. 65.

B. *Rameau axillaire concrescent avec l'axe.*

Le cas du *Solanum Dulcamara,* qui vient d'être cité, pourrait être rapporté à cette seconde catégorie, lorsque le pédoncule de l'inflorescence se sépare *au-dessus* de la feuille; puisqu'au lieu de l'interpréter par disjonction entre la feuille et le faux-axe, on peut tout aussi bien supposer une adhérence entre celui-ci et le pédoncule. Nul exemple ne montre mieux la transition entre les deux ordres de concrescence étudiés ici.

Les rameaux supérieurs de la tige restent soudés à l'axe dans le *Silphium verticillatum* et dans un grand nombre d'espèces de Borraginées, où même on peut suivre cette adhérence sur une longueur de plusieurs entrenœuds (*Anchusa, Symphytum, Pulmonaria.* etc.).

Si des axes végétatifs on passe aux inflorescences, on trouve des concrescences analogues dans la thyrsoïde de *Fraxinus Ornus.* Le thyrse du *Pentstemon* en montre qui se prolongent dans toute la longueur d'un entrenœud, de façon que les pédoncules ainsi soudés jusqu'au nœud supérieur semblent former un verticille avec les rameaux réellement insérés à ce point. Leur véritable origine doit être cherchée plus bas, et, si nous observons qu'à ce nœud inférieur la place est déjà occupée par d'autres pédoncules axillaires, nous sommes obligés de conclure que les pédoncules concrescents sont accessoires-superposés, comme dans le *Fuchsia gracilis.*

On ne peut s'empêcher de rapprocher ce cas de celui de la vrille des Ampélédées, tel que l'avait déjà fort bien interprété Lestiboudois dès 1857 (1). D'après ce botaniste, il faut voir dans cet organe un membre réellement axillaire, mais adhérent à l'axe dans toute la longueur d'un entrenœud, de façon à paraître oppositifolié à son point d'émergence.

Poursuivant jusqu'au bout cette manière de voir, on ne sera pas étonné de trouver dans l'*Ampelopsis hederacea* jusqu'à 4 bourgeons superposés à certaines feuilles, le 1er et 3^{e} libres et pourvus de feuilles, les 2^{e} et 3^{e} transformés en vrille et soudés sur la longueur d'un entrenœud.

---

(1) Bull. Soc. bot. IV, p. 809.

Enfin, la concrescence est poussée encore plus loin dans une Diosmée américaine décrite par E. Planchon. Le pédoncule de l'*Erythrochiton hypophyllanthus*, après avoir prolongé son adhérence le long de la tige, la poursuit jusque sur la page dorsale de la feuille superposée, de manière à simuler une insertion hypophylle. Après tous les faits passés en revue plus haut, l'interprétation proposée par E. Planchon n'a rien que de très naturel et doit être admise sans réserve.

Inflorescences modifiées par des conditions de milieu

L'attitude des diverses parties dans une inflorescence peut en altérer complètement le mode de symétrie, tout aussi bien que les changements dans le nombre, la grandeur et l'insertion examinés jusqu'ici. Ces particularités sont ordinairement subordonnées aux conditions de croissance et, par suite, aux forces externes qui agissent sur elle, comme la pesanteur, les radiations, la pression mécanique. Il ne peut entrer dans notre plan de rechercher lesquelles de ces forces entrent spécialement en jeu ; nous nous en tiendrons à l'analyse morphologique, nous bornant à considérer les résultats produits par des agents souvent complexes. Nous aurons ainsi à étudier la torsion des axes, la flexion des pédoncules, enfin les inégalités de développement tendant à la suppression de certains membres.

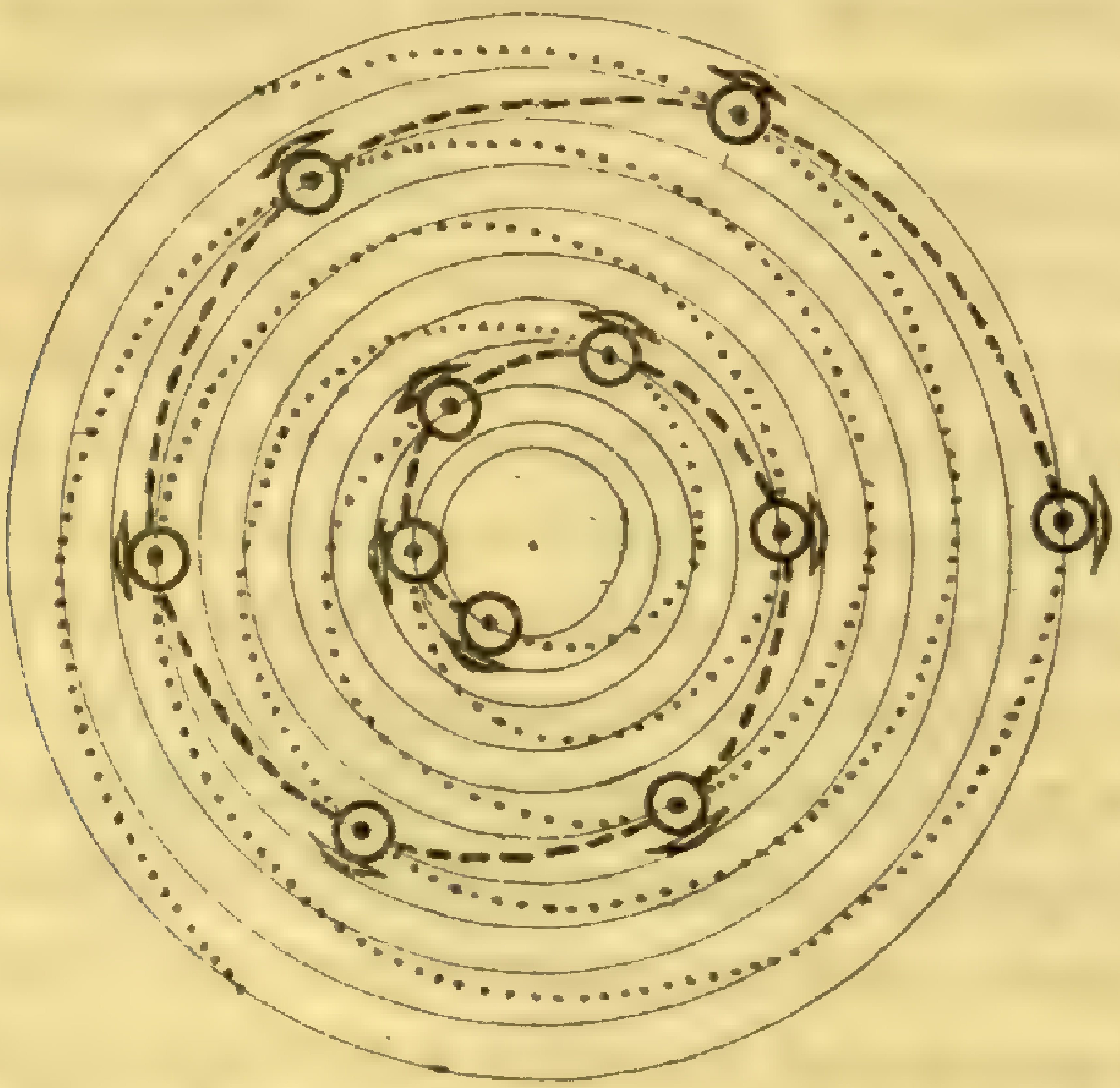


Fig. 17. — Épi spiralé 1/3 de *Spiranthes æstivalis*.

1° C'est à la *torsion des axes* qu'il faut attribuer les causes si fréquentes d'irrégularité dans la spirale génératrice de leurs appendices latéraux. Soit qu'elle resserre ou relâche les tours de spire, les orthostiques se trouvent changées en lignes courbes, et il faut un effort de l'esprit pour reconstituer la vraie structure et calculer les éléments de la fraction réelle.

Un de ces effets a été signalé plus haut, à l'occasion des grappes spiralées. L'apparence est due effectivement à une torsion en sens contraire de la spirale génératrice, qui devient dès lors beaucoup plus évidente, parce que les angles de divergence notablement diminués, ont tendance à la rapprocher d'une ligne droite (fig. 17).

Autre part, le sens de la torsion, au lieu de se maintenir uniforme, peut changer à chaque nœud, et imiter ainsi les effets produits par l'antidromie. On en trouve un exemple dans l'épi distique du *Gladiolus* qui, dans certaines espèces *(G. gandavensis)*, garde presque sa régularité ou montre, au contraire, une flexion alternative et, comme conséquence, la disposition franchement unilatérale des fleurs *(G. communis)* (1). De même la torsion du rachis de plusieurs Graminées, comme le *Nardus stricta*, les *Scleropoa*, a pour effet de rapprocher d'un même côté les épillets ou les rameaux secondaires de la panicule.

Assez souvent les axes ramifiés en thyrse subissent une pareille torsion antidrome, de façon à disposer les membres appendiculaires suivant deux orthostiques apparentes, au lieu de quatre; disposition très favorable à l'utilisation des radiations par les organes orientés ainsi d'un même côté.

2° Mais le plus ordinairement cet effet s'obtient par la seule *inflexion des pédoncules* hors du plan passant par le milieu de la bractée, comme dans la *Scutellaria* et beaucoup de Labiées à thyrse simple. Une déformation plus importante s'observe régulièrement dans les cymes unipares où l'axe principal, au lieu de se maintenir droit, est déjeté sur le côté par la prédominance du rameau usurpateur. Dans beaucoup de dichases même, ainsi qu'aux nœuds de certaines thyrsoïdes, l'axe ne demeure pas symétrique entre les deux branches qui l'escortent, mais il forme avec elles comme la troisième arête d'un angle trièdre (*Galium Mollugo*).

---

(1) Signalons, à ce propos, la double erreur qui s'est glissée dans la légende de la fig 39, t. VI, page 390; il faut lire « grappe *antidrome* 1/3 » ; en outre, ce diagramme n'appartient pas au *Gladiolus*.

3° Dans l'effet précédent on ne peut méconnaître déjà l'influence de la *pression*, car l'obliquité de l'axe a pour but de lui donner l'aisance dont il serait privé s'il restait exactement resserré entre les deux rameaux voisins. Mais cette action mécanique se manifeste encore de façons très variées.

Ainsi, elle peut amener la suppression d'une moitié dans deux inflorescences rapprochées jusqu'à se toucher. C'est ce qu'on voit dans la plupart des dichases contractés imitant un ensemble de fleurs verticillées au sommet de la tige des Labiées. En réalité l'analyse y révèle deux hémi-dichases scorpioïdes réduits à cet état pour la gêne résultant de leur juxtaposition.

L'inflorescence des *Malva silvestris* représente un quart de dichase unilatéral par suite d'une réduction poussée moitié plus loin. Dans le *Trifolium pratense* les deux épis du sommet de la tige, très distincts chez plusieurs espèces voisines, se rapprochent jusqu'à se souder, au détriment des moitiés en contact. L'analogie semble même indiquer un phénomène analogue de fusion poussée à son extrême limite dans l'épi de certains *Dipsacus*, ce qui expliquerait comment la spirale de leurs fleurs est si étrangement compliquée.

Enfin la pression s'exerce suivant la symétrie rayonnante dans beaucoup d'inflorescences ombelliformes. Les rameaux de la thyrsoïde du *Sambucus racemosa*, terminés en dichases, développent déjà inégalement leurs subdivisions les plus vigoureuses orientées vers la périphérie. La même disposition, plus accentuée chez le *Sambucus nigra* et le *Cornus alba*, se complique de diverses soudures qui altèrent complètement la symétrie, tout en demeurant conformes à la disposition rayonnante. Ainsi la fleur terminale a son pédoncule concrescent d'ordinaire avec le rameau qui se dirige vers le dehors de l'inflorescence. L'appauvrissement de l'anthèle signalé plus haut dans les *Eryngium* est soumis à la même influence; les capitules terminaux déjetés extérieurement déterminent l'atrophie du pédoncule latéral qui devrait normalement exister de ce côté et dont il ne reste plus que la bractée stérile.

Les altérations que nous venons de passer en revue peuvent se trouver réunies plusieurs ensemble dans une même inflorescence, de façon à en rendre l'analyse fort laborieuse. Certains cas spéciaux seraient même, considérés isolément, presque indéchiffrables ; pour les résoudre, il faut s'aider de la comparaison de types voisins moins complexes. En terminant, nous appliquerons cette méthode à quelques Solanées, ce qui nous fournira l'occasion de montrer comment la scorpioïde, très nette dans certains types de cette famille, provient réellement des modifications du dichase.

Prenons comme point de départ le dichase unilatéral scorpioïde du *Petunia* (fig. 4). En somme, cette inflorescence ne diffère de la scorpioïde vraie qu'en deux points essentiels ; les feuilles florales sont décussées et les pédoncules se succèdent suivant la divergence 1/4. Dans le *Physalis Alkekengi*, nous voyons déjà la torsion de l'axe donner aux pédoncules la disposition caractéristique de la scorpioïde. En outre, des deux feuilles normalement opposées, celle qui est axillante du faux axe reste unie à lui par concrescence dans toute la longueur d'un entrenœud, de façon à paraître insérée au nœud suivant. L'autre, celle qui n'a pas de rameau latéral à son aisselle, reste bien en place, mais éprouve une réduction très notable dans ses dimensions. Que cette réduction s'accentue et fasse disparaître entièrement l'organe, on arrive au cas des *Hyoscyamus*, avec une seule feuille à chaque nœud et qui représente le type parfait de la scorpioïde.

Les deux points saillants releves dans l'inflorescence des *Physalis* se retrouvent dans presque tous les genres voisins, à savoir soudure du faux axe et réduction de l'autre feuille normalement opposée (1).

Mais, à côté de ces particularités assez constantes, on en trouve d'autres surajoutées qui créent une confusion en apparence inextricable.

Dans le *Datura Stramonium*, les deux rameaux du dichase sont développés et leurs deux feuilles axillantes entraînées jusqu'au nœud supérieur. En outre, chacune de ces feuilles produit un ramuscule accessoire infraposé, soudé au principal comme leur feuille-mère commune.

Le *Solanum nigrum* ajoute enfin plusieurs complications aux précédentes. Les fleurs solitaires sont d'abord remplacées par une inflorescence, mais nous pouvons considérer seulement ici le pédoncule commun de cette cyme. Ce pédoncule se soude avec la tranche la plus vigoureuse du dichase sur une longueur variable qui atteint ou dépasse même le milieu de l'entrenœud. Ainsi peut-on seulement s'expliquer la ramification si anormale de cette plante avec ses branches principales et ses pédoncules, en apparence indépendants de toute feuille.

---

(1) Il est bien entendu que notre point de départ est toujours la prime-fleur, car au-dessous d'elle la ramification est régulièrement axillaire et sans concrescence, aussi bien dans les *Petunia* que dans les autres types de Solanées.

Le *Datura meteloides* montre une autre divergence d'avec le type du *D. Stramonium* par l'adjonction d'un 3^e rameau axillaire, plus faible que les autres, inséré au-dessous et transversalement, par rapport à leur plan commun : le dichase fait place ainsi à une ombelloïde. C'est donc ici de 3 en 3 nœuds seulement que se succéderont les fleurs terminales. La même période de 3 nœuds, mais avec les 2 inférieurs stériles, se retrouve dans le *Solanum Lycopersicum;* elle atteint et dépasse même 8 entrenœuds stériles dans le *Solanum Dulcamara*, qui se montre ainsi ramifié en anthèle multinodale; enfin le *Nicotiana Tabacum* produit à tous ses nœuds des scorpioïdes disposées en botryoïde rétrograde.

Conclusions générales

La disposition des pédoncules floraux représente seulement un cas particulier de la ramification générale des plantes supérieures, sans en différer essentiellement : on peut conclure des lois de l'une à celles de l'autre.

Il est remarquable d'abord que nulle part, dans l'interprétation des inflorescences, on ne soit obligé de recourir à la théorie de la partition de l'axe. Les exemples de dichotomie vraie, très répandus chez les plantes cryptogames, sont, au contraire, fort rares, si même ils existent, parmi les phanérogames. Nous avons vu incidemment que le cas des vrilles ou inflorescences stériles des Ampélidées, souvent invoqué à l'appui, pouvait s'expliquer autrement. Il en est de même des autres, fort peu nombreux du reste, qui se prêtent à cette apparence.

C'est assurément par abus des termes que l'on décrit si fréquemment des dichotomies chez les végétaux à fleurs. Les bifurcations qui y donnent lieu se rangent en deux catégories bien distinctes, qu'il serait utile de désigner par des noms spéciaux.

1° Dans l'*isotomie,* les rameaux sont équivalents, comme dans la vraie dichotomie, mais ils sont axillaires, c'est-à-dire de deuxième degré, au lieu d'être produits par la partition même de l'axe. Telle est la ramification du *Viscum album* en dichase et celle des *Geranium* en dichasoïde. L'isotomie peut se maintenir encore avec trois ou plusieurs branches verticillées, mais le plus souvent on n'a que de faux verticilles suivant le type ombelloïde *(Euphorbia).*

2° Sous le nom de *pleurotomie* il convient de désigner le genre de bifurcation produit par deux axes comparables pour leur dimension, mais de valeur théoriquement inégale. Ainsi en est-il quand un rameau axillaire prend le même développement que la tige principale. Celle-ci éprouve alors dans son prolongement une déviation latérale, de façon que l'angle d'obliquité devient sensiblement égal pour les branches de part et d'autre. De là les apparences trompeuses que présentent nombre de tiges parmi les Renonculacées, Rosacées et Ombellifères.

Lorsque la pleurotomie se produit à un nœud portant deux feuilles opposées, l'interprétation en reste parfois incertaine. Il est clair que la bifurcation résulte de l'atrophie d'un rameau, puisque leur nombre devrait être normalement de trois. Mais sur lequel porte la suppression? Si c'est un des deux rameaux latéraux qui a disparu, on a une pleurotomie (fig. 18, A). On aurait une isotomie dans le cas contraire (fig. 19, B). Ici reparaît, en somme, le même problème qui s'est présenté plus haut sur la distinction entre la thyrsoïde unilatérale et le dichase acéphale.

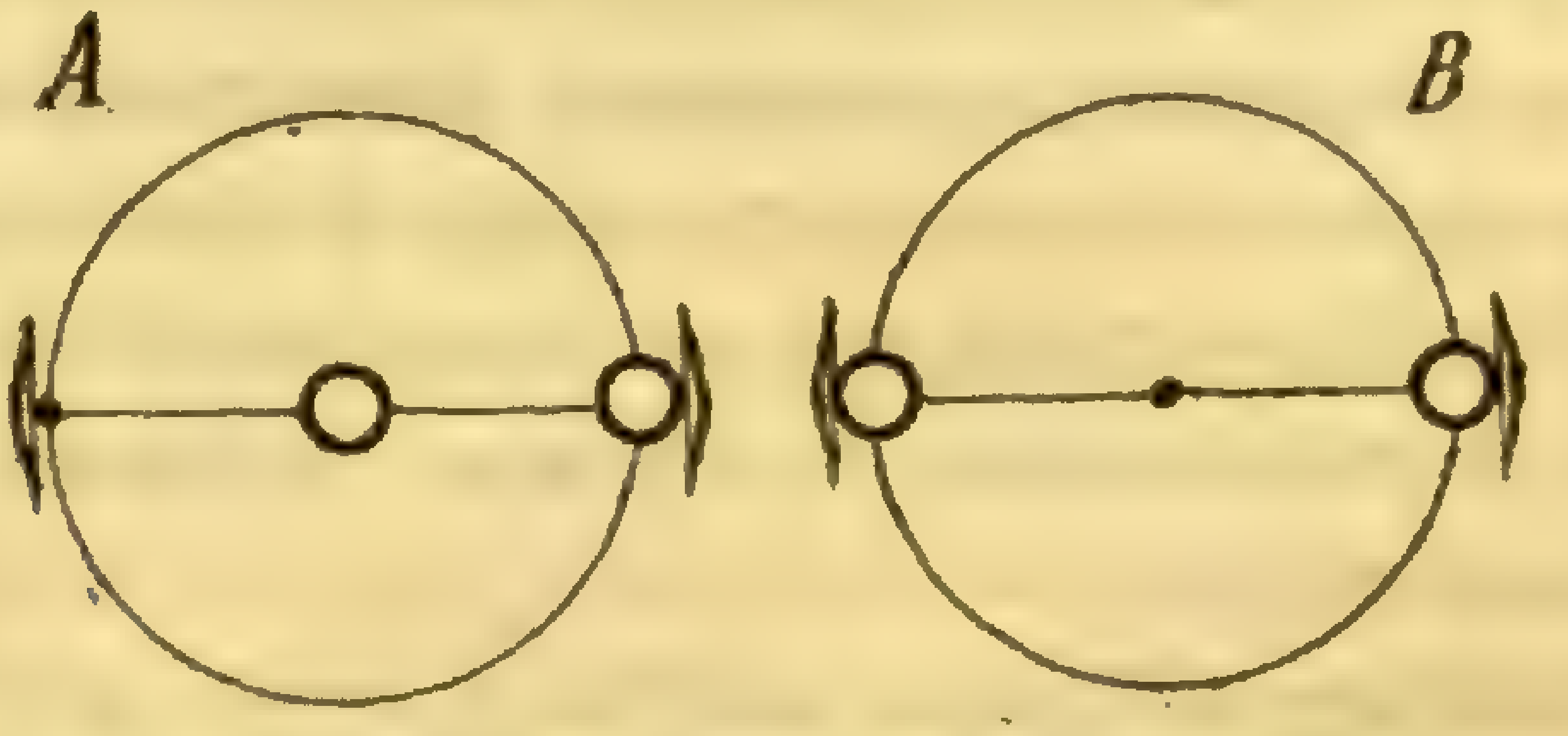


Fig. 18 et 19. — A, Pleurotomie avec suppression d'un rameau latéral. B, Isotomie par atrophie de l'axe principal.

Bien qu'au premier abord la réponse dans les deux sens paraisse également probable, la comparaison des nœuds, étendue à tout le système végétatif, montre qu'on se trouve plutôt en face d'une pleurotomie. Ainsi, dans le *Gypsophila paniculata,* l'axe principal prédomine encore nettement à la plupart des nœuds, à certains même il est escorté accidentellement de ses deux rameaux dont l'un, il est vrai, reste notablement plus faible. Il y a donc lieu de conclure vraisemblablement que la suppression porte sur ce dernier aux nœuds voisins appauvris. Pareils faits s'observent chez les *Polycarpon,* et la conclusion peut s'étendre par analogie aux espèces voisines, *Scleranthus, Silene pendula* et *gallica,* etc.

Si la ramification chez les Phanérogames est essentiellement monopodique, elle peut se présenter, sur la tige comme sur les inflorescences, avec les modifications indéfinie ou définie. La première s'observe constamment à la base, et peut, bien qu'assez rarement, se maintenir dans toute la longueur du système végétatif. *(Abies, Phœnix, Glycine).* La seconde n'est qu'accidentelle et localisée vers le sommet, mais son apparition est très fréquente et souvent précoce. La prime-fleur parfois se montre quelques nœuds seulement au-dessus des cotylédons (*Radiola linoides, Datura meteloides*).

Remarquons ici que, relativement à la tige, peu importe que l'axe soit déterminé par une fleur solitaire ou par une inflorescence entière, qui, par analogie, pourrait être nommée prime-inflorescence. Il existe toutefois une nuance importante à signaler, c'est lorsque cette prime-inflorescence est de nature indéfinie : ce cas spécial établit effectivement un passage insensible entre les deux catégories de tiges indéfinies et définies. Quelques exemples montreront mieux la gradation.

Le type des tiges vraiment indéfinies, fréquent chez les Légumineuses, Palmiers et Gymnospermes, se reconnaît à ce que toutes les inflorescences y sont latérales. Chez les Crucifères, qui n'ont pas de prime-fleur non plus, la tige n'est pas pour cela rigoureusement indéfinie. Elle se termine, en effet, par une prime-inflorescence en grappe, qui souvent n'épuise pas la vigueur végétative de la plante. Il arrive alors qu'un bourgeon axillaire prend naissance à la base de la grappe terminale, la rejette sur le côté et s'allonge en sympode. Ce que l'on voit fréquemment dans les *Nasturtium,* devient normal dans les *Senebiera* où plusieurs prime-inflorescences se succèdent périodiquement terminant autant de faux axes superposés.

On retrouve les mêmes gradations chez les Ombellifères à une différence près qui marque un pas de plus vers les tiges strictement définies, car si dans beaucoup d'espèces la prime-inflorescence paraît une véritable ombelle, autre part elle montre assez clairement une prime-fleur; c'est une ombelloïde.

L'apparition sur la tige d'une prime-fleur solitaire ou d'une prime-inflorescence est souvent accompagnée de modifications importantes. Nous avons vu déjà que les feuilles jusque-là décussées y passent subitement à l'alternance (*Veronica*) ou inversement, d'isolées deviennent opposées (*Acanthus*). De leur côté, les rameaux axillaires infraposés montrent une dérogation complète aux lois qui président d'ordinaire à l'évolution des membres latéraux, puisque leur ordre d'épanouissement devient rétrograde et que les premiers formés, ceux de la base, restent les plus courts. Ce développement inégal a pour effet de donner à l'un d'eux, le plus rapproché du sommet, une vigueur prédominante de le transformer en faux-axe, comme nous venons de le constater chez les *Nasturtium, Senebiera*. Parfois un second, et plus rarement un troisième, sont soumis, à degrés inégaux, à la même influence : il en résulte les ramifications régulièrement bi ou trifurquées des *Datura meteloides, Phytolacca decandra*.

Mais le point principal à noter c'est la *périodicité* avec laquelle se reproduisent d'ordinaire ces phénomènes.

Dans le *Glaucium flavum* la prime-fleur se reconnaît aisément à son insertion oppositifoliée : le rameau usurpateur, après l'avoir rejetée sur le côté, subit à son tour le même sort au bout de deux nœuds, où sa propre fleur terminale se trouve rabattue par un nouvel axe de troisième degré. Ce sympode caulinaire rappelle exactement l'anthèle des *Linum*. Les *Fumaria* se montrent tout à fait comparables, à la différence près que la fleur isolée est remplacée par une grappe entière.

Les *Fragaria indica, Potentilla reptans* ont aussi une tige ramifiée en sympode par période de deux en deux nœuds, mais le nœud inférieur est attiré vers la prime-fleur presque autant que celui que produit le faux-axe, de façon qu'ils semblent opposés comme les feuilles elles-mêmes. Chez les *Potentilla Tormentilla, argentea*, etc., les deux nœuds rapprochés sont fertiles et donnent à la tige une ramification régulièrement dichasoïde. Enfin dans les hybrides des *Potentilla Tormentilla* et *reptans* il est curieux de constater la dégénérescence du dichasoïde d'autant plus prononcée qu'on se rapproche davantage du type *reptans*.

Une période de trois nœuds s'observe dans les *Solanum Lycopersicum* et les *Datura* cités plus haut; on la retrouve dans le *Pelargonium zonale* et un peu moins régulière dans l'*Apium graveolens* et le *Senebiera Coronopus*. Elle varie de quatre à six nœuds chez le *Senebiera pinnatifida*, de six à neuf (ordinairement huit) dans le *Solanum Dulcamara*. Enfin elle peut décroître sur la même tige, comme celle du *Phytolacca decandra*, où elle se réduit à trois nœuds vers le sommet, après avoir été de six au voisinage de la prime-inflorescence, et perdre même toute constance dans le nombre de ses entrenœuds, quand celui-ci dépasse certaines limites. Cette loi de périodicité est cependant si incontestable qu'on la retrouve même sur les tiges strictement indéfinies. Ainsi le long des pousses annuelles de l'*Indigofera decora*, du *Gaura biennis*, la même spirale continue produit par groupes alternatifs des feuilles végétatives stériles et d'autres transformées en bractées florifères. Elle échappe alors évidemment à toute appréciation rigoureuse et mathématique.

On voit, en somme, que les tiges des Phanérogames, pas plus que leurs inflorescences, ne se divisent en deux catégories absolument tranchées, les unes indéfinies, les autres définies. Il existe entre elles une multitude de passages intermédiaires correspondant aux formes mixtes de l'anthèle, où les modes d'évolution progressive et rétrograde s'enchevêtrent périodiquement; la plupart de ces sympodes caulinaires ont été comparés à tort aux vraies cymes.

Si la ramification indéfiniment ascendante est rare chez les plantes supérieures, celle à croissance exclusivement centrifuge ne s'y trouve de son côté qu'accidentelle et localisée.

ACTION DE L'EAU DU SOL
SUR LA VÉGÉTATION

Par M. **Edmond GAIN** (*Fin*)

B. — *Transpiration.*

Les expériences sur la transpiration comparée des plantes de sol sec et de sol humide ont été faites soit dans le but d'établir la différence d'eau transpirée sur des surfaces égales comparables, soit pour examiner l'influence sur l'absorption et la transpiration de l'arrivée de l'eau dans un sol sec.

Voici les procédés d'expérimentation :

Premier procédé. — On opérait sur la plante même enracinée dans le sol sec ou dans le sol humide. De part et d'autre, à la même heure on faisait passer des feuilles adultes et de position homologue, dans une éprouvette renfermant du chlorure de calcium. Un bouchon fendu au milieu laissait passer le pétiole de la feuille. L'éprouvette tarée était ainsi close. Après l'expérience, dont la durée variait entre une heure et une journée, au même instant on coupait les pétioles, le tube était ainsi porté sur une balance de précision. On pesait la feuille ainsi enlevée dont on prenait ensuite la surface. On était en possession des éléments suffisants pour calculer en centimètres carrés la quantité d'eau transpirée.

Deuxième procédé. — On enlevait les plantules jeunes avec la terre qui entourait les racines. On plaçait immédiatement le tout dans un flacon en verre cylindrique et très léger qu'on remplissait avec la même terre. En opérant avec soin, les plantules ne se fanent pas. Si quelques-unes se fanent, on les élimine des expériences. On attend une demi-heure pour laisser passer le choc physiologique qui peut résulter de la transplantation, et on pèse ensuite les vases dont la partie supérieure est bouchée hermétiquement par un bouchon fendu luté avec de la cire molle ou du mastic. Toutes les heures la balance donne à 1 mmgr. près la quantité d'eau perdue.

On prend la surface des feuilles par le procédé des empreintes et on a soin de corriger le chiffre obtenu en ajoutant la surface de la jeune tige qui, par centimètres carrés, transpire cependant moins que la feuille, ainsi que j'ai pu m'en rendre compte.

J'ai cru devoir faire cette correction. En n'en tenant pas compte, on ne change rien aux résultats généraux comme on peut le constater si on fait les calculs en ne tenant compte que de la surface foliaire.

Ce procédé a été aussi employé pour la transpiration des plantes presque adultes quand les racines sont peu profondes.

Troisième procédé. — Les feuilles enlevées à la plante sont pesées et étendues côte à côte sur une feuille de papier blanc. Le pétiole coupé est luté au mastic. On pèse tous les quarts d'heure. Ce procédé n'est qu'un procédé de vérification.

Dans le but de voir l'influence de l'arrivée de l'eau, dans un sol sec, sur le phénomène transpiratoire, on a opéré des deux façons suivantes :

Quatrième procédé. — On essaie le premier procédé sur trois plantes :

a) en sol humide.
b) en sol sec.
c) sur une plante de sol sec, abondamment arrosée un peu avant l'expérience.

Cinquième procédé.— Les plantules sont préparées comme dans le deuxième procédé, mais les racines sont lavées légèrement et la terre est remplacée dans les deux cas par de l'eau. Ce procédé a servi aussi à étudier la transpiration des feuilles pétiolées.

Pour toutes ces expériences, on a toujours employé plusieurs exemplaires pour garantir le chiffre obtenu et pour pouvoir rejeter les expériences défectueuses qui se décèlent d'elles-mêmes.

Le deuxième et le cinquième procédés ont été parfois exécutés en même temps sur la même plante.

Les plantes qui ont servi à l'expérimentation sont les suivantes :

Polygonum Fagopyrum L., *Cannabis sativa* L., *Datura Stramonium* L., *Hordeum vulgare* L., *Zea mays* L., *Solanum tuberosum* L., *Ricinus communis* L., *Helianthus tuberosus* L., *Faba vulgaris* Mœnch., *Phaseolus vulgaris* L., *Cucurbita Pepo* DC., *Carthamus tinctorius* L.

Dans le calcul des surfaces, on a compté à la fois la face inférieure et la face supérieure des feuilles. C'est une façon d'opérer qui introduit une faute dans la comparaison de la quantité d'eau transpirée par unité de surface : on sait, en effet, que les deux faces ne transpirent pas également. Il n'est pas possible d'éviter ce petit inconvénient ; aussi, pour corroborer nos différences, nous avons quelquefois rapporté l'eau transpirée au poids sec des feuilles par unité de surface.

Pour une espèce donnée ce poids sec est presque toujours supérieur en sol sec. Pour certaines plantes cependant la feuille en sol humide est plus épaisse. Cependant généralement la feuille du sol sec est à la fois plus dense et plus épaisse proportionnellement à sa surface.

Voici le compte-rendu de quelques-unes des expériences types :

A. — POLYGONUM FAGOPYRUM L.

Premier procédé. — De 9 heures du matin à 6 heures du soir. — 20 mai, température max. 20°. — Expérience sur les plantules. — Semis du 1er mai.

		S$_1$	S$_2$	H$_1$	H$_2$
Surface foliaire.......		14 cm^2 1	14 cm^2 2	30 cm^2 3	21 cm^2
— de la tige......		2 4	2 3	3 2	3 5
Total ..		16 5	16 5	33 5	24 5
Eau transpirée par les plantules de	9 h. mat. à 10 h.	0^{gr}.041	0^{gr}.030	0^{gr}.060	0$_{gr}$.067
	10 h. — 1 h.	0 028	0 027	0 096	0 101
	1 h. soir à 4 h.	0 036	0 043	0 105	0 139
	4 h. — 6 h.	0 028	0 025	0 080	0 095
	Total. ..	0 133	0 125	0 341	0 402
Eau transpirée par cm^2. .		8.060	7.575	10.178	16.400
		Moyenne = 7.817		Moyenne = 13.239	

Au point de vue absolu on peut donc conclure :

1° Les plantules des sols humides transpirent beaucoup plus que celles des sols secs.

2° La courbe diurne de la transpiration des plantules n'est pas la même en sol sec qu'en sol humide.

Si nous calculons pour la période du maximum diurne de la transpiration, la quantité d'eau transpirée, on trouve pour l'unité de surface :

$$\text{En sol humide} \ldots\ldots \left\{ \begin{array}{l} H_1 = 6^{\text{mmgr}}00 \\ H_2 = 9^{\text{mmgr}}79 \\ \quad \text{Moyenne} = 7^{\text{mmgr}}89 \end{array} \right.$$

$$\text{En sol sec} \ldots\ldots\ldots \left\{ \begin{array}{l} S_1 = 3^{\text{mmgr}}87 \\ S_2 = 4^{\text{mmgr}}24 \\ \quad \text{Moyenne} = 4^{\text{mmgr}}05 \end{array} \right.$$

Le rapport $\frac{H}{S} = \frac{7.89}{4.05} = 1.94$ pour la période considérée.

Le rapport moyen pour toute la durée de l'expérience est $\frac{H}{S} = \frac{13.239}{7.817} = 1.69$

Ce résultat, qui a été obtenu dans *plusieurs expériences* et pour *plusieurs espèces*, mène à la conclusion suivante :

Dans les sols humides il y a exagération de la transpiration vers le maximum diurne. Dans les sols secs le maximum diurne est moins élevé proportionnellement ; autrement dit la courbe est relativement surbaissée ; au contraire, pendant la nuit la plante de sol sec transpire relativement davantage par cm^2. Cette dernière conclusion est appuyée par plusieurs expériences que nous ne détaillons pas ici. Soit Ks la quantité d'eau transpirée de 1 h. à 3 h. l'après-midi, et K's la quantité d'eau transpirée de 1 h. à 3 h. pendant la nuit. On a toujours $K_s > K'_s$, $K'_s > K'_h$ et $\frac{K_s}{K'_s} < \frac{K_H}{K'_H}$ (1)

Dans une expérience, semblable à celle qui précède, faite en triple le 29 mai sur des pieds complets de Sarrasin portant des boutons floraux prêts à s'ouvrir, on a trouvé (de 9 heures du matin à 4 heures du soir) :

Plante de sol sec. . . Eau transpirée par cm^2 = 8 mmgr 66.
Plante de sol humide. — = 12 mmgr 94.

Dans cette expérience, le poids des plantules était pour 3 plantes.
En sol humide : poids frais = 0 gr 915
poids sec = 0 gr 162 soit 17.7 p. 100 du poids frais

---

(1) De très récentes expériences faites à Buitenzorg, dans la région tropicale, viennent de confirmer pleinement cette conclusion.

En sol sec : poids frais = 0 gr 560
poids sec = 0 gr 115 soit 20,53 p. 100 du poids frais

Les surfaces des feuilles et de la tige étant

En sol humide : 100 cm^2 30 + 9 cm^2 = 109 cm^2 30.
— sec 63 cm^2 50 + 4 = 67 cm^2 50

On voit par ces chiffres que chaque cm^2 correspond

En sol humide à 1 mmgr 48 de matière sèche.
En sol sec à 1 mmgr. 70.

La feuille de sol sec est plus épaisse, mais cependant transpire beaucoup moins par unité de surface.

Les expériences que j'ai faites relativement à la respiration montrent au contraire que les feuilles de sol sec respirent davantage que les feuilles de sol humide par cm^2.

Dans des expériences faites sur des feuilles séparées de la tige (procédé 3), la transpiration par cm^2 en une heure, le matin de 8 h. 25 à 9 h. 25, a été pour cinq feuilles comparables :

Feuilles de sol sec = 1 mmgr. 90
— sol humide = 2 53 } H/S = 1,33

Les chiffres ici sont, bien entendu, un peu faibles, puisque la feuille se déshydrate à mesure qu'elle transpire. La feuille de sol humide surtout doit avoir un chiffre trop faible, ce qui abaisse le rapport $\frac{H}{S}$.

Le rapport $\frac{H}{S}$ a donc, pour les trois séries de résultats indiqués ici, les valeurs suivantes :

1,69 ; 1,49 ; 1,33. *Moyenne* = 1,50

La conclusion est donc bien évidente, *le Sarrasin transpire environ moitié plus en sol humide qu'en sol sec.*

B. — CANNABIS SATIVA L.

Par le *procédé (1)*, on a obtenu dans deux expériences faites simultanément sur des feuilles maxima adultes, prises sur deux pieds de même âge.

Eau transpirée par dm^2 { En sol sec = 41 mmgr. 54
— humide = 84 » 49

Par le *procédé (2)*, quatre expériences faites sur de jeunes plantules de Chanvre, ont donné par cm² de surface.

En sol sec	S_1 = 10 mmgr. 10		
	S_2 = 9 » 25	Moyenne = 9 mmgr. 67	
En sol humide	H_1 = 12 » 89		
	H_2 = 12 » 80	Moyenne = 12 mmgr. 84	

C. — Datura Stramonium L.

Par le *procédé (2)*, on obtient par cm² de surface.

En sol sec	S_1 = 3 mmgr. 38	
	S_2 = 3 » 70	Moyenne = 3 mmgr. 54
En sol humide	H_1 = 6 » 30	
	H_2 = 5 » 80	Moyenne = 6 mmgr. 05

Dans une expérience faite par le *procédé (1)*, j'ai obtenu la vérification de ces chiffres.

D. — Hordeum vulgare. L.

Par le *procédé (1)*, sur les feuilles adultes on a obtenu par cm².

1ʳᵉ expérience (en une heure).

S_1 = 7 mmg. 11. H_1 = 9 mmg. 58.

2ᵉ expérience

S_2 = 4 mmg. 59. H_2 = 6 mmg. 47.

E. — Zea Mays.

Par le *procédé (1)* on a obtenu par cm².

1ʳᵉ expérience (en deux heures).

S_1 = 6 mmg. 30. H_1 = 14 mmg. 82.

2ᵉ expérience (en une heure).

S_2 = 3 mmg 42. H_2 = 6 mmg. 01.

F. — Solanum tuberosum L.

L'expérience a été faite sur une feuille bien développée composée de sept folioles.

La feuille de sol sec pesait : poids frais 4 gr. 090
— poids sec 0 gr. 600 soit 14,67 p. 100 du poids frais.

Surface de la feuille = 222 cm².

Eau transpirée par cm² = 1 mmg. 69.

La feuille du sol humide pesait : poids frais = 5 gr. 760
— poids sec = 0 gr. 810 soit 14.06 p. 100.

Surface de la feuille = 282 cm^2.
Eau transpirée par cm^2 = 2 mmg. 62.

G. — Ricinus communis L.

Par le *procédé (3)*.

	Surface de la feuille	Eau transpirée	soit par cm2.
Feuille de sol sec	104 cm^2 9	0 gr. 245	2 mmgr. 33
— humide	128 cm^2 7	0 gr. 542	4 mmgr. 21

H. — Helianthus tuberosus L.

Par le *procédé (1)* on a obtenu en une heure (3 h. à 4 h. après-midi) :

	Surface de la feuille	Eau transpirée	So par cm2
En sol sec	106,11	0 gr. 275	2 mmgr. 59
En sol humide	114,28	0 gr. 820	7 mmgr. 17

I. — Faba vulgaris Mœnch.

Par le *procédé (2)* sur un pied complet, l'eau évaporée par cm^2 est de :

En sol sec	5 mmgr. 90
En sol humide	6 mmgr. 84

J. — Phaseolus vulgaris L.

L'eau transpirée par cm^2 pendant la durée de l'expérience est :

En sol sec	5 mmgr. 37
En sol humide	10 mmgr. 81

K. — Cucurbita Pepo DC.

L'eau transpirée par deux feuilles de Courge de même surface (à 3 cm^2 près sur 405) a été trouvée :

En sol sec	0 gr. 500
En sol humide	0 gr. 700

L. — Carthamus tinctorius L.

J'ai expérimenté sur le Carthame dans deux conditions très différentes :

Dans une première expérience, qui a eu lieu le 10 juin, j'ai opéré sur la partie aérienne entière ; la section faite au collet était lutée à la cire (procédé 3). A ce moment la plante du sol sec était plus forte que celle du sol humide (1). L'humidité semblait donc nuire à la plante de sol humide.

La transpiration était sensiblement égale dans les deux sols et même un peu plus forte pour la plante du sol sec qui était plus vigoureuse.

	Poids frais	Poids sec	Poids sec p. 100	Surface des feuilles	Eau transpirée		soit par cm²
	gr.	gr.	gr.		1re exp.	2e exp.	gr.
En sol sec . .	3.705	0.465	12.55	135 cm²	0 gr. 450	0 gr. 715	8.63
En sol humide	2 528	0.303	11.99	105 cm²	0 gr. 355	0 gr. 538	8.51

Dans une deuxième expérience faite le 1er juillet, les feuilles même adultes à comparer étaient dans des conditions très différentes : en sol humide, les feuilles d'un vert clair contribuaient encore à accroître le poids sec : en sol sec, au contraire, les feuilles d'un vert sombre avaient cessé depuis longtemps leur croissance.

La transpiration était pour une plante entière dont la racine avait été enlevée :

Plante de sol sec, par cm² = 0 gr. 818
— humide, par cm² = 2 » 172

Dans d'autres expériences faites sur le *Polygonum sacchalinense*, plante bien adaptée à la sécheresse, j'ai opéré sur deux pieds (procédé 1), dont l'un, en sol humide, avait poussé à une humidité qui dépassait l'optimum. Les feuilles étaient donc plus larges en sol sec. Deux feuilles homologues adultes ont transpiré en deux heures.

	Par cm2	Par gramme de poids sec
	— mmgr.	—
Feuille de sol sec ayant 175$^{\text{cm}^2}$5 de surface =	5.94	1 gr. 219
— sol humide ayant 95$^{\text{cm}^2}$7 de surface =	3.97	0 gr. 911
	S/H = 1.4	S/H = 1.3

---

(1) Si l'humidité du sol est trop forte, la croissance est ralentie, et les plantes sont moins développées que sur un sol sec. Voyez à ce sujet : Edmond Gain, *Recherches sur le rôle physiologique de l'eau dans la végétation*. An. sc. nat. Botanique, 1894.

Là encore, on voit que, si l'optimum d'humidité du sol et, par suite, l'optimum de turgescence de la plante, est dépassé, *la transpiration est plus faible*. Notons en outre que le poids sec, dans ce cas, augmente beaucoup plus vite dans la plante de sol sec, qui a en même temps une transpiration plus grande. Il convient d'ajouter que, dans ce cas, cette dernière plante ne souffrait pas de la sécheresse du sol, qui n'était pas très forte.

Pour toutes les plantes dont l'optimum d'humidité n'est pas depassé, la quantité d'eau transpirée sur l'unité de surface est toujours de beaucoup supérieure en sol humide. Si l'optimum est dépassé la transpiration faiblit en sol humide.

On sait qu'il existe un certain rapport entre la quantité de substance sèche élaborée par une plante et la quantité d'eau transpirée pendant sa végétation. C'est ainsi qu'on a pu établir que 1 kg. de substance sèche d'une espèce végétale déterminée correspond à *n* kg. d'eau transpirée par cette plante ($n = 234$ pour le Blé par exemple, 166 pour le Seigle, 455 pour l'Avoine). Nos expériences vérifient cette relation et par trois faits importants :

1° Les plantes de sol humide dont l'optimum n'est pas dépassé s'accroissent en poids jusqu'à un maximum qui est de beaucoup plus élevé qu'en sol sec.

Nous voyons aussi que la transpiration est bien plus considérable en H par unité de surface. Il est vrai que le nombre des feuilles est aussi plus grand, mais la différence dans le nombre des feuilles paraît une résultante directe, d'une activité transpiratoire plus énergique : en effet, *au début*, les surfaces foliaires sont égales. Ce n'est pas à dire que la transpiration doive être considérée comme cause de l'augmentation de poids sec ; elle n'est sans nul doute, elle-même, que corrélative d'une forte assimilation.

2° On observe une relation directe entre le ralentissement de l'accroissement en poids et le ralentissement de la transpiration.

Quand la plante a dépassé l'optimum d'humidité (comme j'ai pu l'observer dans le *Carthamus* et le *Polygonum*), l'accroissement de poids sec est ralenti, la transpiration diminue également, ce qui tend à élever la proportion d'eau interne. A ce moment là, la turgescence augmente, l'assimilation de la substance sèche se ralentit et la transpiration paraît traduire ce ralentissement.

On peut donc en déduire deux conclusions importantes.

a) La turgescence maximum ne favorise pas la croissance en poids, autrement dit il y a un optimum de turgescence.

b) La transpiration maximum ne correspond pas au maximum possible dans la teneur d'eau interne. Elle est maximum probablement quand la turgescence est optimum, c'est-à-dire quand il y a un juste équilibre entre l'absorption et la transpiration.

Nous sommes ainsi amenés à considérer l'état de santé du végétal comme le seul qui produise un fonctionnement physiologique normal et optimum. A chaque moment de la végétation il y a pour la plante une certaine teneur en eau optimum qui produit la turgescence optimum. Cette turgescence optimum active les fonctions et, en produisant une assimilation maximum, produit aussi une transpiration maximum. Ainsi se trouvent expliqués les faits que nous avons enregistrés.

3° Si l'optimum n'est pas dépassé et que le sol soit très humide, la plante est plus voisine de son optimum de turgescence, ce qui explique l'accélération de l'accroissement en poids et de la transpiration. Il nous reste à voir quelle perturbation l'arrivée de l'eau peut introduire dans la transpiration.

Plus haut nous avons établi que l'eau qui est ajoutée à un sol sec produit immédiatement une absorption abondante dont le maximum est rapidement atteint et qui peut combler le manque d'eau interne. Quel sera le contre-coup de cette entrée d'eau sur le phénomène transpiratoire :

Le *procédé* (1), décrit précédemment, a été appliqué à la feuille maximum adulte, de trois pieds de *Cannabis sativa* L., ayant poussé le premier dans un sol sec, le second dans un sol sec qu'on rend très humide pour la durée de l'expérience, le troisième dans un sol humide.

Voici les résultats :

		Eau transpirée par cm2
I.	Plante de sol sec	41 mmgr. 54
II.	Plante de sol sec rendu très humide	70 mmgr. 65
III.	Plante de sol humide	84 mmgr. 49

Dans une expérience préliminaire, de durée différente, les plantes I et II, placées dans les mêmes conditions, avaient donné par cm² ·

I.	Plante de sol sec	26,4
II.	Plante de sol sec	23,8

L'expérience est donc concluante, l'organisation de la feuille de sol sec est telle que dans des conditions favorables elle peut transpirer presque autant que celle de sol humide, qui depuis le début de son développement a toujours transpiré beaucoup.

L'absorption de l'eau active immédiatement la transpiration qui atteint rapidement son maximum comme sur les plantes ayant poussé en sol humide depuis le début de leur végétation.

Le *procédé* (5) a été appliqué également au *Cannabis sativa* L.

Voici très succinctement les résultats moyens de l'expérience.

Le Chanvre a transpiré par cm² (en 24 heures).

	PLANTE DE SOL SEC		PLANTE DE SOL HUMIDE	
	Exp. I. Dans le sol sec	Exp. II. Dans l'eau	Ex. I. Dans le sol humide	Exp. II. Dans l'eau
	Mmgr	Mmgr	Mmgr	Mmgr
1re série	10,10	22,76	12,80	37,62
2e série	9,25	24,72	12,89	37,66
Moyennes. .	9,67	23,74	12,84	37,64

Les conclusions sont très précises :

Dans leurs sols respectifs les plantules transpirent différemment ; 12.84 en H et 9.67 en S. Mais la plante de sol sec transpire moins, seulement à cause de son contenu en eau insuffisant. Si on lui fournit l'eau qui lui manque en plongeant les racines dans un vase d'eau (Exp. II) cette plantule produit un appel d'eau assez considérable et augmente sa transpiration.

Nous n'avons ici que les résultats de la première partie de l'expérience; par la suite la plante de sol sec exagère encore davantage sa transpiration; après 48 heures elle transpire de 28 milligr. à 33 milligr. par cm² en 24 heures. Cette expérience met en outre en relief ce fait très important : une plante dont les racines sont dans un sol sursaturé d'eau, presque boueux, transpire dans l'unité de temps 12 milligr. 84 d'eau ; transportée dans l'eau elle transpire 37 millim. 64, soit trois fois plus. Il faut donc conclure que les particules terreuses, adhérentes aux racines dans le premier cas, sont un obstacle très efficace à l'entrée exagérée de l'eau (1). Ceci explique pourquoi les plantes peuvent supporter un sol submergé pendant un certain temps. Sans cet obstacle à l'entrée de l'eau les plantes sur terre submergée élèveraient beaucoup et rapidement leur contenu en eau, et manifesteraient très vite de la chlorose et de l'affaiblissement.

Le *procédé (5)* a été appliqué aussi au *Polygonum Fagopyrum*.

Les plantules ont été placées la racine dans l'eau.

HEURES	Eau transpirée par cm^2 Plante de sol humide			Eau transpirée par cm^2 Plante de sol sec		
	N° 1	N° 2	Moyenne M_H	N° 1	N° 2	Moyenne M_S
	Mmgr.	Mmgr	Mmgr.	Mmgr.	Mmgr.	Mmgr.
I. 20 mai, 9 h. 50 à 1 h.	12.84	11.16	12.	9.83	8.08	8.95
II. 20 mai, 1 h. à 1 h. ½	4.35	5.20	4.75	3.34	3.70	3.52
III. 20 mai, 3 h. ½ à 6 h.	3.13	3.96	3.54	2.71	2.98	2.84
IV. 20 mai, 6 h. s. à 8 h., 21 mai.	7.28	7.76	7.52	6.06	6.15	6.10
V. 21 mai, 8 h. m. à 5 h.	8.41	10.46	9.43	9.20	9.38	9.29
VI. 21 mai, 5 h. s. à 6 h. s., 22 mai.	15.48	16.01	15.74	16.10	14.34	15.22
VII. 22 mai, 6 h. s. à 9 h. ½ m. 23 mai.	7.44	6.81	7.12	7.52	7.10	7.31

Notons que les sols secs n'étaient pas desséchés, car pour assurer la levée des plantules il avait fallu arroser les semis. La teneur en eau était à peu près à 1 dm de profondeur 6 à 8 p. 100 en sol sec (et 5 p. 100 à la surface) et 15 p. 100 en sol humide. Les racines des plantules étaient placées à ce moment là dans le premier décimètre de terre superficielle.

Transportées dans l'eau pour l'expérience précédente on voit que les plantules de sol sec transpirent d'abord beaucoup moins que celles de sol humide pendant les premières heures, puis elles transpirent sensiblement autant, et sont complètement adaptées à une transpiration abondante.

Le rapport obtenu en faisant le quotient des moyennes d'eau transpirée pour les cinq premières périodes, donne en effet :

---

(1) Il faut, il est vrai, admettre que quelques radicelles ont été blessées dans le changement de milieu.

	Valeurs de $\frac{M_H}{M_S}$
1re période	1.34
2e —	1.35
3e —	1.24
4e —	1.23
5e —	1.01

A partir donc des débuts de la 5e période, la quantité d'eau transpirée par cm^2 est sensiblement la même dans les deux séries. Les différences minimes viennent des différences individuelles.

Au contraire, au début de l'expérience, les plantes des sols humides ont transpiré davantage par unité de surface.

Ce n'est pas à dire que l'eau absorbée l'ait été en suivant la même loi que la transpiration. L'expérience montrait, au contraire, une absorption aussi abondante en S qu'en H, pendant la première période. Il y avait, en effet, un déficit à combler.

Avant l'expérience on a pris sur d'autres plantules le poids sec moyen et on a pris ensuite le poids sec des plantules après l'expérience, on a trouvé :

	AVANT L'EXPÉRIENCE		APRÈS L'EXPÉRIENCE	
	Poids sec p. 100. Plantules de sol sec	Poids sec p. 100. Plantules de sol humide	Poids sec p. 100. Plantules de sol sec ayant végété dans l'eau pendant l'expérience	Poids sec p. 100. Plantules de sol humide ayant végété dans l'eau pendant l'expérience
1re série	13,83	12,94	12,33	12,94
2e série	13,55	12,69	12,19	12,26
3e série	13,79	12,83	12,52	12,45
4e série	13,91	11,98	12,19	12,52
Moyennes	13,77	12,61	12,39	12,44

On voit que la proportion centésimale de poids sec s'est abaissée pour les deux plantes mais dans des proportions différentes.

La plante de sol sec a perdu en moyenne 13,77 — 12,39 = 1,38 p. 100 de poids sec.
— sol humide — 12,61 — 12,44 = 0,17 p. 100 —

Ceci nous amène à examiner dans les deux cas le rapport $\frac{T}{A}$ de l'eau transpirée à l'eau absorbée.

M. Vesque (1) a étudié en détail les variations de ce rapport $\frac{T}{A}$ aussi n'avons-nous à faire que quelques remarques à ce sujet.

Nous venons de voir que si on fournit de l'eau à la plante S sa proportion centésimale de poids sec baisse; c'est donc que la quantité d'eau interne augmente. Ainsi pendant cette période

on a $\frac{T}{A} < I$ pour la plante de sol sec.

Après ce laps de temps $\frac{T}{A}$ subit en S les mêmes fluctuations qu'en H.

Par une forte chaleur, au moment du maximum diurne de la transpiration nous avons dit que la courbe est surbaissée en S, on a donc :

$$\frac{T}{A}\ (H) < \frac{T}{A}\ (S)$$

Autrement dit la plante se déshydrate plus en H qu'en S pendant l'unité de temps.

Nous avons vu dans l'exemple précédent qu'après 24 heures de régime dans l'eau, la transpiration était sensiblement la même dans les deux cas.

La quantité d'eau absorbée pendant ce temps par la plante de sol sec mesure sensiblement sa privation par suite de la sécheresse. L'ingénieux appareil imaginé par M. Vesque (1) permet d'obtenir des renseignements comparatifs.

Cette valeur est très inégale suivant les plantes et montre les limites de l'élasticité des exigences spécifiques ; quelques plantes ne pouvant s'écarter que très peu de leur composition normale. C'est ce que prouvent nos études exposées ailleurs (2), relatives au développement en poids.

CONCLUSIONS

Dans l'exposé qui précède, nous avons indiqué la quantité d'eau contenue dans le sol arable comparativement pendant les périodes de sécheresse et d'humidité. Abordant ensuite l'action physique et chimique de l'eau sur les substances que la plante puise comme aliments dans le sol, nous avons insisté sur l'activité variable des microorganismes qui exercent une action fertilisante. Nos recherches ont établi notamment *l'influence très importante d'un optimum d'humidité* en ce qui concerne le *Rhizobium Leguminosarum*, cette dernière conclusion intéressant au plus haut point la richesse du sol en azote.

---

(1) Ann. Sc. Nat., 6^e s., t. 4, p. 89.

(2) *Recherches sur le rôle physiologique de l'eau dans la végétation.* Ann. Sc. Nat., 1894.

Les synthèses organiques sont en outre influencées par la teneur du protoplasma en eau interne. Relativement aux conséquences biologiques de la sécheresse du sol, nous avons étudié comparativement sur six sols types la résistance des plantes à la déshydratation du sol.

Il résulte de nos expériences que, *si l'on compare la végétation de plusieurs plantes dans des sols différents, on trouve toujours entre elles les mêmes rapports au point de vue de leur résistance à la sécheresse, mais le taux d'humidité du sol au moment où elles succombent est différent, suivant le stade de la végétation.* Il y a donc lieu de tracer pour chaque espèce végétale une courbe de ses exigences en eau à chaque moment de sa végétation.

Enfin, nos expériences sur le régime de l'eau dans la plante ont montré comment l'absorption et la transpiration sont influencées par la plus ou moins grande quantité d'eau contenue dans le sol.

1. La saturation d'un sol, préalablement sec, introduit des perturbations importantes dans le débit séveux.

2. La transpiration est variable suivant le contenu du sol en eau. Elle est plus forte sur le sol humide.

3. Si l'optimum de turgescence de la plante est dépassé, la transpiration est plus faible. Il y a, en effet, à chaque moment de la végétation une turgescence optimum qui active les fonctions de nutrition.

Ce travail a été fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 1

Fig. 1. — Expérience sur les variations de l'absorption de l'eau par les plantes de sol sec quand on irrigue le sol jusqu'à saturation.

P, pied de Chanvre ; *c*, caoutchouc ; *T*, tube de verre ; *A*, support ; *ff'*, attaches ; *C*, chronomètre ; *L*, loupe ; *rg*, règle divisée ; *F*, flacon contenant de l'eau — *r*, robinet donnant un courant d'eau continu — *aa'*, niveaux de l'eau dans le tube.

Fig. 2. — Expérience pour démontrer que les plantes de sol sec sont plus avides d'eau que les plantes de sol humide, et pour montrer le rôle d'aspiration des feuilles dans les phénomènes d'absorption.

rc, rameau coupé et luté à la cire molle — *mn*, niveaux de l'eau dans le tube.

REVUE DES TRAVAUX

PUBLIÉS

SUR LES CHAMPIGNONS

PENDANT LES ANNÉES 1891 A 1893 *(Suite).*

Nous pouvons encore signaler le genre *Hobsonia* du groupe des Tuberculariées, qui est un genre de Berkeley non publié et indiqué par M. MASSEE (1), le genre *Dendrographium* de ce dernier auteur (2), le genre *Kriegeria* trouvé sur les feuilles d'*Eriophorum* et dû à M. l'abbé BRESADOLA (3); le genre *Trichorea* de M. MARCHAL (4), qui a des affinités avec les Sphéropsidées et les Hyphomycètes ; le genre *Psammina* de Saccardo et Rousseau (5), voisin des *Prostemella ;* enfin le genre *Briosia* de M. CAVARA (6), voisin des *Heydenia.*

En terminant cette révision des travaux sur les champignons imparfaits, nous donnerons la liste des mémoires contenant la description d'espèces nouvelles.

DELACROIX. *Espèces nouvelles de champignons inférieurs* (B. de la Soc. myc. VI, p. 139-174). BRESADOLA. *Fungi aliquot saxonici novi lecti a Cl. Krieger* (Hedwigia, 1892, p. 40). BOUDIER. *Quelques esp. nouv. de champ. inf.* (B. de la Soc. myc. VII, 1891, p. 81). CAMUS. *Nuovo parassita del Paliurus aculeatus* (Atti della Soc. dei nat. di Modena, 3^e série, VII, p. 109). CUBONI. *Diagnosi di una nuova specie di fungo excipulaceo* (Bull. de la Soc. bot. it. XXIII, 1891, p. 577). FAUTREY. *Phoma cicinnoides*, (Revue myc. 1893. p. 69). ROLLAND. *Comothyrium fallax* (Rev. myc. 1892, p. 167). KARSTEN. *Fragmenta mycologica*, (Hedwigia, 1891, XXXII à XXXIV, 1892, XXXVIII et XXXIX). JACZEWSKI. *Scolecotrichum Boudieri* (B. de la Soc. myc. 1893. p. 169). DELACROIX. *Espèces nouv. du lab. de path. végétale* (B. de la Soc. myc. 1893, p. 184). MARCHAL.

---

(1) Massee : *Hobsonia a new genus of Tuberculariae.* (Ann. of Botany, V, 1891, p. 509).

(2) Massee : (Grevillea XXI, 1892, p. 1-6).

(3) Bresadola : *Sur un genre nouveau de Tuberculariées.* (Rev. myc., 1891. p. 14).

(4) Marchal : (Soc. Roy. de bot. de Belg., 1891, p. 134).

(5) Bommer et Rousseau : (Bull. de la Soc. bot. belg., 1890, p. 3-100).

(6) Cavara : *Interno al dessicamento dei grappoli della Vite.*

(Rev. myc. 1893, p. 101). Prillieux et Delacroix. *Hendersonia Cerasella* (B. de la Soc. myc. 1891, p. 21). Fautrey. *Clæosporium allantosporum* (Rev. myc. 1892, p. 97). Richon. *Cephalosporium Dutertri* (B. de la Soc. myc. VIII). Delacroix. (B. de la Soc. myc. 1891, p. 113). Pringle. *New species of Montana fungi* (Bot. Gazette). Marchal. *Champ. coprophiles de la Belgique* (Soc. r. de bot. de Belg., 1891, 3 mai).

Oomycètes.

I. — *Travaux d'ensemble.* — Nous citerons d'abord l'apparition d'un ouvrage très important sur le groupe des Oomycètes, qui est dû à M. Fischer (1). La partie des champignons inférieurs de la flore cryptogamique d'Allemagne de Rabenhorst lui a été confiée et elle a paru avec une très grande rapidité, en 1892. L'auteur divise ces champignons en trois séries : 1° celle des Archimycètes, 2° celle des Zygomycètes, 3° celle des Oomycètes. Les Archimycètes comprennent les Myxochytridinées (Olpidiacées et Synchytriacées) et les Mycochytridinées (Ancylistées, Rhizidiacées, Polyphagacées, Cladochydiacées). — Les Zygomycètes sont les Mucorinées. Les Omycètes sont composées des Saprolégniées, Péronosporées et Monoblépharidées. Un certain nombre de genres nouveaux sont à signaler : *Pseudolpidium*, *Pleolpidium*, *Entophlyctis*, *Rhizophlyctis*, etc. A la suite des Archimycètes se trouve une table donnant par espèces animales ou végétales les parasites Chytridinées qu'on y rencontre. On peut signaler dans le groupe des Mucorinées une étude approfondie du genre *Mucor* avec un certain nombre d'espèces nouvelles. Des tables permettent la détermination des espèces. C'est là un travail considérable que devront toujours consulter ceux qui s'occuperont de ces curieux végétaux.

Le travail de M. Schroeter sur les mêmes groupes est également très bien fait, il est orné de figures soigneusement dessinées qui faciliteront beaucoup l'étude des cryptogames inférieurs.

II. *Saprolégniées.* — M. Humphrey (3) s'est livré à un travail très étendu sur les Saprolégniées des Etats-Unis. Il a non seulement retrouvé en ce pays un grand nombre d'espèces d'Europe (34), mais il en signale un certain nombre (16) exclusivement américaines. Cinq espèces nouvelles sont décrites appartenant aux genres *Saprolegnia*, *Achlya* et *Apoachlya* ; un nouveau genre est à signaler, le *Thraustotheca*. Les recherches de l'auteur ne sont pas bornées à la systématique, elles se sont étendues également à l'étude du noyau et de la reproduction asexuée et sexuée de ces plantes. Il a vu que le noyau y présente un pseudo nucléole analogue aux sphères chromatiques; il n'a pas observé de figures karyokinétiques lors de sa division. Relativement à la reproduction asexuée, M. Humphrey signale chez l'*Achlya americana* des chlamydospores qui se développent en files au sommet des filaments. L'étude de l'oogone lui a révélé l'existence de noyaux nombreux qui se fusionnent deux à deux; il y a peut-être, en plus de la fusion, résorption. Dans chaque jeune oosphère, il y a un deux noyaux possédant les caractères des noyaux végétatifs. L'anthéridie possède également de nombreux éléments nucléaires.

---

(1) Fischer : Rabenhorts' Krypt. Flora von Deutschland, fasc. 45 à 52.

(2) Schroeter. *Die natürlichen Pflanzenfamilien* (publié par MM. Engler Prantl., 2 fasc.)

(3) Humphrey : *The Saprolegniaceae of the United States.* (Transact. of the Americ. Philos. Soc. XVII, p. 63-148, 7 p.). *Notes on technique.* (Bot. Gazette, 1891, p. 71).

Pour l'étude des zoospores, M. Humphrey s'est servi de l'acide osmique à 1 p. 0/0 et du violet de rosaniline : il a pu voir ainsi que les zoospores d'*Achlya* ont des cils à leur sortie du sporange, contrairement à l'opinion de de Bary et Zopf. Les *Achlya* et *Saprolegnia* se trouvent donc ainsi rapprochés et diffèrent surtout par la position des sporanges.

M. Wildmann (1) a étudié difiérentes espèces parasites sur des Spirogyres (*Aphanomyces phycophilus*).

M. Locwood (2) a trouvé sur les écailles de l'*Hippocampus heptagonus* une espèce de Saprolégniée, type d'un genre nouveau, *Devæa infundibuliformis*. Le thalle a la forme d'une corne d'abondance, les zoospores paraissent sortir latéralement.

M. Raciborski (3) a décrit une espèce nouvelle de *Pythium* parasite des Spirogyres.

III. *Péronosporées*. — M. Mangin (4) a étudié la désarticulation des conidies des Péronosporées. Il opère de la manière suivante : les préparations sont traitées par l'eau de Javel, puis lavées; déposées ensuite dans une solution alcoolique de soude ou de potasse caustique, puis au bout d'une dizaine de minutes neutralisées par l'acide acétique. La coloration de la cellulose s'obtient par l'acide phosphorique iodé, et de la callose pour différents bleus (triphenylrosaniline trisulfurée, en particulier). En appliquant ces réactifs au *Cystopus candidus*, l'auteur a vu que la baside est cellulosique à l'extérieur avec un manchon de callose à la partie interne et basilaire. Lors de la formation d'une conidie nouvelle, il se produit un anneau de callose qui se transforme en entonnoir et qui se ferme plus tard; pendant ce temps, la membrane de cellulose externe à cet entonnoir disparaît. La conidie est formée. Plus tard le revêtement de cellulose se continue du côté de la baside sous l'entonnoir ; du côté de la conidie par-dessus. La conidie est alors isolée. Elle est mise en liberté par la transformation (sans gonflement) du bouton de callose qui perd peu à peu la propriété de se colorer par ses réactifs ordinaires : il s'opère là une transformation chimique inconnue. Des phénomènes analogues s'observent dans les *Peronospora*.

---

(1) Wildmann : *Notes mycol* (Ann. de la Soc. belg. de microsc., 1890, p. 134-939)

(2) Locwood : *Devaea a new marine genus of Saprolegniaceæ* (J. of New York Microc. Soc, IV, 1890, p. 67-85, 3 pl.).

(3) Raciborski : *Pythium dictyosporium ein neuer Parasit der Spirogyren.* (Anzeiger d. Akad. Wiss Krakau, oct. 1891, p. 283-287).

(4) Mangin : *Sur la désarticulation des conidies chez les Péronosporées.* (Bull. de la Soc. Bot., 7 oct. 1891, p. 176).

Les Péronosporées, par leur vie parasitaire, amènent des déformations plus ou moins profondes de l'hôte. M. Peglion (1) a étudié ces transformations sous l'influence du *Cystopus candidus*. Les cellules corticales sont hypertrophiées et elles présentent de l'amidon qui disparaît progressivement pendant la formation des conidies. Une autre conséquence de la présence de l'hôte est la faible lignification des tissus du bois, quelquefois même certains vaisseaux n'ont pas du tout de lignine.

A côté de ces travaux sur la structure ou la biologie des Péronosporées, nous devons signaler ceux ayant trait à la systématique.

M. Spegazzini (2) a décrit un *Peronospora Nicotiana* et un *Cystopus platensis* nouveaux et un genre nouveau. *Chlorospora*, dont une espèce pernicieuse *(C. vastatrix)* envahit les bulbes de l'Oignon cultivé et cause de grands préjudices dans tous les jardins cultivés de la Plata.

M. Swingle (3) a dressé la liste des Péronosporées du Kansas, l'auteur y décrit le *P. Hedomae* et une variété *Echinospermi* du *Peronospora Cynoglossi*. M. Waite (4) a signalé un *Peronospora* poussant sur un arbre, le *P. Celtidis*, ce qui est rare dans ce groupe de parasites. M. Halsted (5) a observé un *Peronospora* nouveau qui fait des dégâts dans les cultures de *Viola odorata*. M. de Lagerheim (6) a établi que le *Solanum muricatum* de l'Équateur est attaqué dans ses jeunes fruits et dans ses feuilles par le *Phytophthora infestans*. La bouillie bordelaise est efficace pour le combattre. M. Magnus (7) a étudié également une maladie du Cytise qui est due à un *Peronospora* nouveau *(P. Cytisi)* dont il a observé les œufs ; c'est la sixième espèce de *Peronospora* poussant, d'après lui, sur les plantes ligneuses. M. Halsted (1) a rencontré sur Concombre une espèce de *Peronospora* distincte du *Peronospora australis* observé sur *Sicyos angulatus*. M. Williams (2) a énuméré les plantes de la famille qui nous occupe aux environs de Brookings. M. Rush (3) a montré que la pénétration du tube germinatif du *Peronospora gangliiformis* peut avoir lieu par les stomates.

---

(1) Peglion : *Studio anatomico di alcune ipertrophie indotte dal Cystopus candidus in alcune organi del Raphanus raphanistrum.* (Rivista di path. végét. I., 1893, p. 265-284).

(2) Spegazzini : *Phycomycetæ argentinæ.* (Cronica scientifica, janvier 1891).

(3) Swingle : *A list of Kansas species of Peronosporaceæ.* (Trans of 20-21 ann. meetings of Kans. Acad., p. 63).

(4) Waite : *Descript. of two new species of Peronospora* (J. of Mycology, VII, 1892, p. 105-108, pl. XVIII).

(5) Halsted : *Somes notes upon economic Peronosporæ for 1889, in New-Jersey* (J. of Mycology, V, 201, Bot. Gazette, XVI, n° 12).

(6) de Lagerheim : *La enfermedad de los pepinos, su causa y su curacion.* (Revista equatoriana), II, 1890).

(7) Magnus : *Eine neue Krankheit des Goldregens, Cystopus Laburnum.* (Hedwigia, 1892).

M. Voglino (4) a montré un fait intéressant, il a établi que le mycélium du Péronospore de la vigne pouvait passer des feuilles végétatives dans les jeunes bourgeons et y rester sans autre développement pendant tout l'hiver. Ce mode de végétation explique la réapparition de la maladie l'année suivante.

M. Magnus (5), par l'étude de la membrane de l'œuf des *Cystopus spinulosus* et *C. Tragopogoni*, a montré que la distinction de ces deux espèces fondées sur la différence des sculptures de la membrane n'était pas solidement établie. Enfin, terminons cette révision en signalant un travail de M. Harzlinski (6) sur les Péronosporées de la Hongrie et une note de M. Halsted (7) sur les Péronosporées rencontrées par lui en 1891.

IV. *Mucorinées et Entomophthorées.* — Sur les Mucorinées, nous avons peu de choses à signaler. M. Marchal (8) a trouvé sur écorce de *Cinchona rubra* un nouveau *Syncephalastrum* (*S. elegans*), dont il a observé les sporanges à deux rangées de spores : ce qui est un argument tout à fait net en faveur de l'opinion de M. Van Tieghem qui considère l'appareil des Syncéphalidées comme un véritable sporange et non un chapelet de spores exogènes. Le mycelium, dans l'espèce nouvelle, est très gros et, à ce point de vue, elle fait passage aux Mucorées. Les filaments fructifères sont ramifiés et chaque rameau se termine par une tête comparable à celle d'un *Syncephalis*.

M. Bainier (9) a décrit la formation des zygospores de l'*Absidia cærulea*.

---

(1) Halsted : *Peronospora upon cucumbers*. (Bot. Gaz., XIV, p. 152).

(2) Williams : *Notes on Peronosporaceæ* (Bull. Torrey Club, XIX, p. 81).

(3) Rush : *Penetrat. of the host by. Per. gangliiformis*. (Bot. Gaz., XVI, 1991, p. 208).

(4) Voglino : (Giorn. coltivatore di Caselmonferato, 1892).

(5) Magnus : *Ueber die membran der Oosporen von Cystopus Tragopogoni*. (Ber. d. Deutsche Bot. Gesells. 1893, p. 327).

(6) Harzlinsky : *A Honi Peronospora Felek*. (Termeszetaajei Frizetek, Budapest, 1893).

(7) Halsted : *Notes upon Peronosporæ for 1891*. (Bot. Gazette, XVI, p. 338, voir aussi XV, p. 890, nº 12).

(8) Marchal : *Une Mucorinée nouvelle : Syncephalastrum elegans*. (Rev. myc. 1892, p. 165).

(9) Bainier : *Sur l'Absidia cærulea*. (B. de la Soc. bot. XXXVI, p. 184).

M. DE WEVRE (1) a étudié la structure nucléaire d'un certain nombre de Mucorinées (*Phycomyces*, *Thamnidium*, *Chaetocladium*), il a trouvé des noyaux nombreux dans les filaments fertiles et un noyau par spore; il s'est servi de picronigrosine. Le même auteur a identifié le *Bulbothamnidium elegans* de Klein et le *Chætostylum Fresenii* V. T. — Enfin il a montré par des expériences suivies sur le *Rhizopus nigricans* quels changements subit cette plante avec le milieu; les zygospores ne se forment que dans des circonstances de croissance non favorables, et l'auteur affirme même qu'il existe des races qui ont perdu totalement la propriété de se reproduire sexuellement.

M. MARCHAL (2) a décrit plusieurs espèces nouvelles de *Mortierella* et *Piptocephalis*.

Relativement aux *Empusées*, nous n'avons à relever que deux notes : l'une de M. HEIM (3) qui a fait germer les spores tarichiales d'un *Empusa* en plaçant le corps d'un insecte dans une chambre humide; l'autre de M. DE TUBEUF (4), qui a trouvé un *Empusa* (*E. Aulicæ*), qui produit une maladie redoutable de larves d'un insecte, *Trachea piniperda*, attaquant les Conifères.

---

(1) de Wevre : (B. de la Soc. roy. de Belg. 1891, p. 40; 1892, p. 191, p. 133).

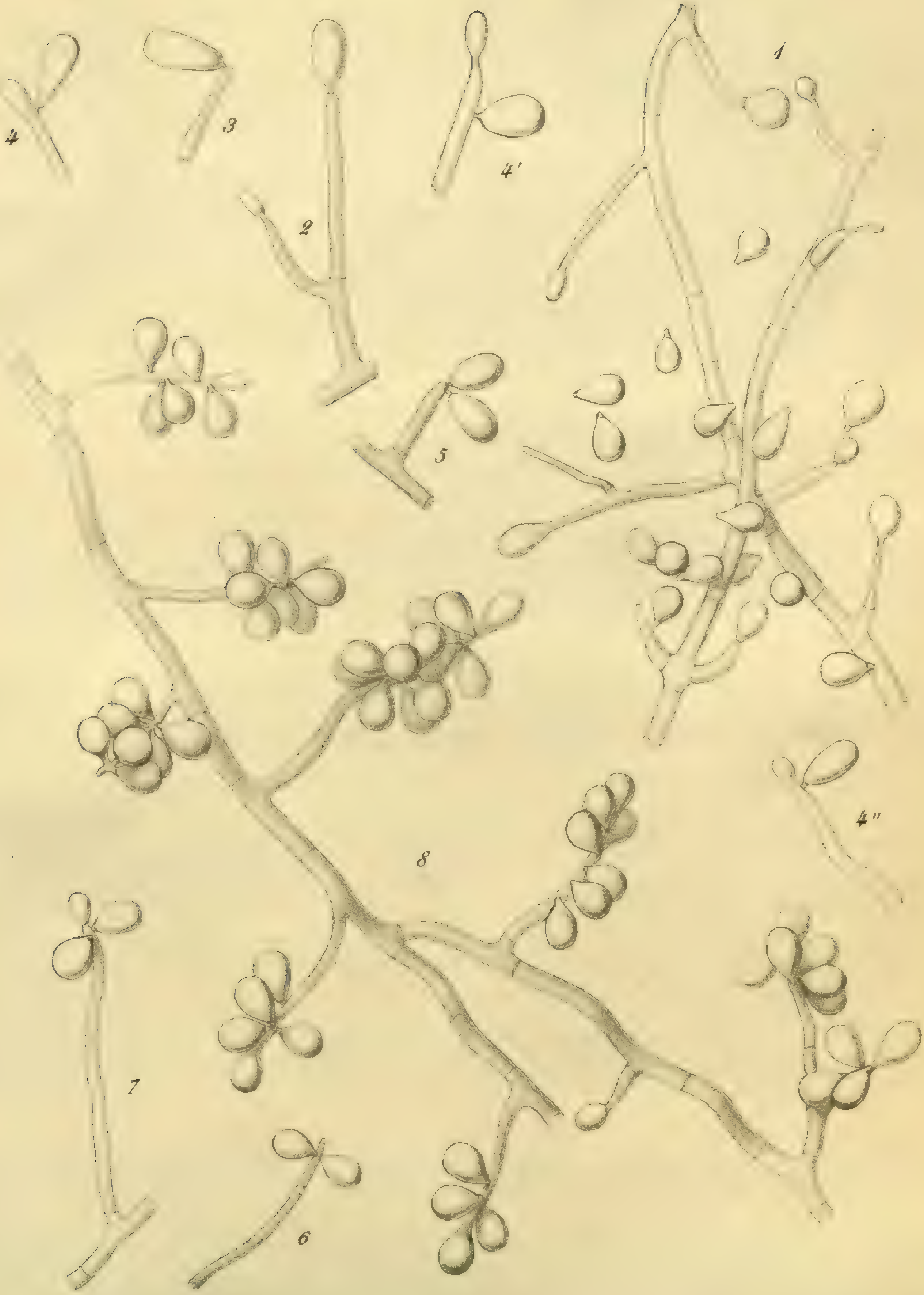
(2) Marchal : *Ch. coproph. de Belg*. (B. Soc. roy. bot. de Belg., 189).

(3) Heim : *Sur la germ. des spores tarichiales des Empusa*. (Rev. myc. 1892, p. 119).

(4) Tubeuf : *Empusa Aulicæ* (Fortsch. naturw. Zeitsch. 1893, p. 31).

(A suivre). J. COSTANTIN.

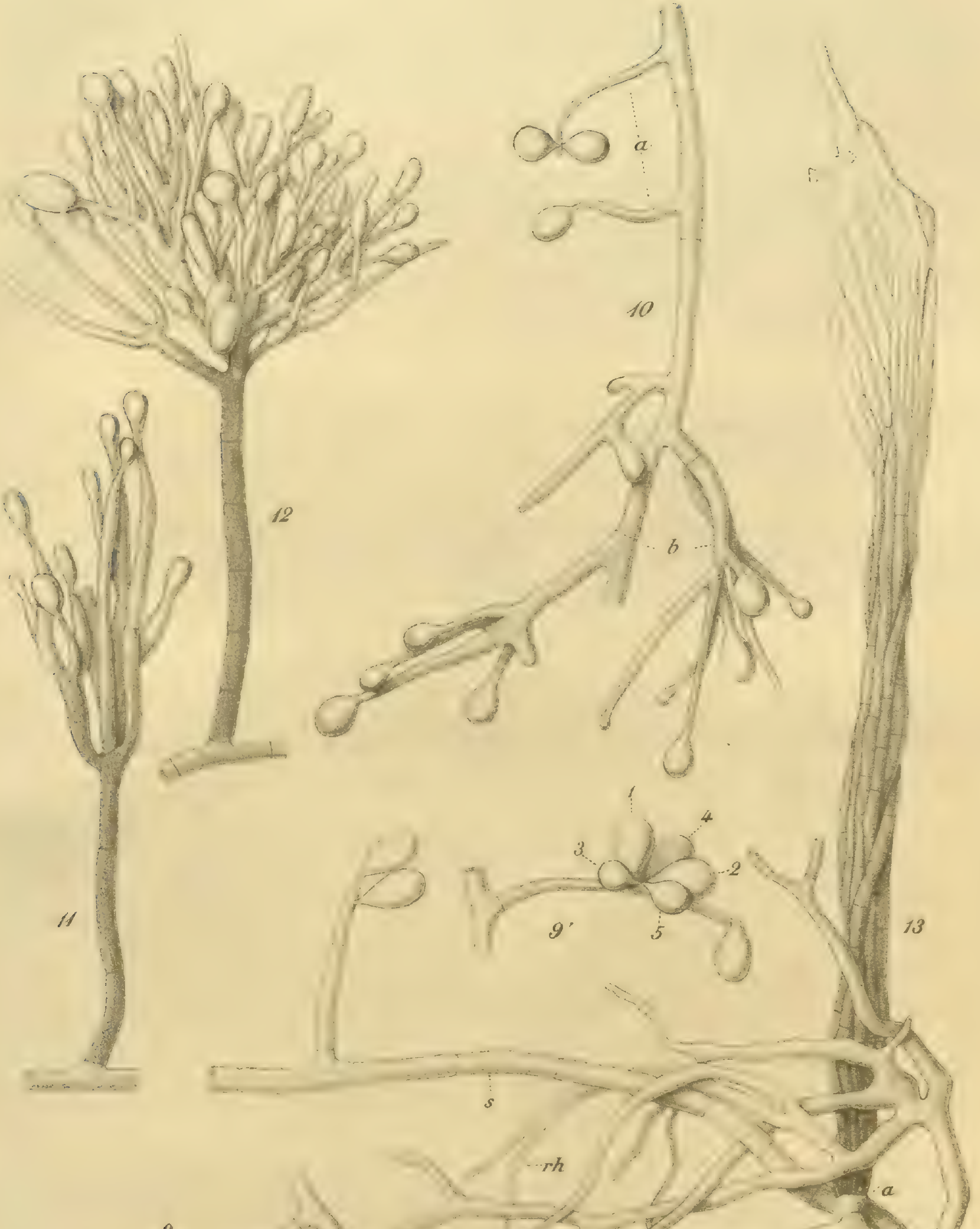
Le Gérant, Th. Clerquin.



Boulanger del. *J. Poinsot lith.*

Sporotrichum.

Imp.ies Lemercier, Paris.


a
10
12
b
11
1
4
3
2
9'
5
13
s
rh
a
9
2
3
1

Boulanger del. J. Poinsot lith

Sporotrichum.

Impr.ies Lemercier, Paris

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les six premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des six premiers volumes de la

Revue générale de Botanique :

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — Bornet : *Ectocarpus fulvescens.* — Guignard : Anthérozoïdes. — Bonnier : Végétation de la vallée de Chamonix ; Lichens et protonémas des Mousses ; Renonculacées de la Flore de France. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Développement des plantes annuelles. — Kolderup-Rosenvinge : Organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — De Planta : Crosnes du Japon. — De Saporta : Palmiers fossiles. — Dupray : Nouvelle espèce de *Spirogyra.* — Prillieux : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — Dufour : Nouvelle espèce de Chanterelle ; Gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — Trabut : *Abies numidica.* — Seignette : Les tubercules. — Costantin : *Alternaria* et *Cladosporium.* — Poulsen : Phanérogame sans chlorophylle. — Masclef : Hellébores.

Revues : Anatomie (Leclerc du Sablon) ; Champignons (Costantin) ; Technique (Dufour) ; Lichens (Hue) ; Plantes de l'Asie (Franchet) ; Physiologie végétale (Jumelle) ; Paléontologie végétale (de Saporta).

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SEPTIÈME

Livraison du 15 Avril 1895

N° 76

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1895

Tome II. — *([illegible]6 pages, 25 planches et 203 figures dans le texte).* — Battandier et Trabut : *Pancratium Saharæ.* — Curtel : Transpiration et assimilation pendant les nuits norvégiennes. — Flot : Structure de la tige des arbres. — Heckel : Nouvelle espèce de l'Afrique. — Lesage : Feuilles des plantes maritimes. — Bonnier : La vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. — Daguillon : Feuilles des Conifères. — Russell : Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; *Vicia sepium.* — Jumelle : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration. — Brandza : Hybrides. — Leclerc du Sablon : Sommeil des feuilles. — Aubert : Acides organiques chez les plantes grasses. — de Lagerheim : Un parasite de la Vigne. — Daniel : Tannin des Composées. — Franchet : Bambusées à étamines monadelphes. — Poulsen : Grains d'aleurone.

Revues : Algues (Flahault) ; Botanique forestière (Henry) ; Paléontologie végétale (de Saporta) ; Physiologie et Chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Anatomie (Leclerc du Sablon) ; Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Plantes de la France (Masclef).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — Brandza : Téguments de la graine. — Russell : Ascidies de Chou. — Devaux : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — Bordet : *Carex.* — Aubert : Appareil de MM. Bonnier et Mangin pour l'analyse des gaz. — Viala : Maladie des greffes boutures ; Maladie des raisins. — Prunet : Perforation des Pommes de terre par le Chiendent. — Fayod : Structure du protoplasma. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes. — Daniel : Influence du drainage et de la chaux. — Bastit : Tige et feuille des Mousses. — Conway Macmilian : Plantes européennes introduites dans le Minnesota. — Trabut : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; *Riella.* — Daniel ; Racines napiformes transitoires. — Costantin : Culture des Basidiomycètes. — Magnin : *Cyclamen europæum.*

Revues : Plantes de la France (Masclef) ; Champignons (Costantin) ; Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Technique (Dufour).

Tome IV. — *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — Trabut : *Quercus Mirbeckii.* — Masclef : *Pteris aquilina* sur le calcaire. — Russell : Inflorescence mâle du Noyer. — Jumelle : Recherches physiologiques sur les Lichens. — Dewèvre et Bordage : Mouvements des végétaux. — Leclerc du Sablon : Tubercules des Equisétacées ; Maladie du Platane. — Prunet : Plantes et insectes. — Hervier : Plantes d'Espagne. — Bonnier : Réviviscence des plantules desséchées ; Variations de pression dans la Sensitive. — Aubert : Respiration et assimilation des plantes grasses. — de Janczewski : *Anemone.* — Jacob de Cordemoy : Liliacée exotique. — Costantin et Dufour : La Môle. — Giard : *Lachnidium acridiorum.* — de Lamarlière : Les feuilles à l'ombre et au soleil.

Revues : Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Anatomie (Prunet) ; Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Plantes de la France (Masclef)

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte).* — Duchartre : *Rosa sericea.* — Bonnier : Transmission de la pression à travers les plantes ; Alphonse de Candolle. — Boudier : Tubercules pileux de certains Agarics. — Prunet : Tubercules de la Pomme de terre. — Russell : Sur les pelotes marines. — Costantin : Convergence des formes conidiennes. — Naudin : Fécondation des *Phœnix.* — Mesnard : Pureté de certaines essences végétales. — Warming : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — De Lamarlière : Développement de quelques Ombellifères. — Magnin : Végétation des lacs du Jura. — Jaccard : La pression des gaz et le développement des végétaux. — Briquet : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — Boulanger : *Matruchotia varians.* — Palladine : Respiration des feuilles vertes et étiolées. — Leclerc du Sablon : Anatomie de la tige de la Glycine. — Lothelier : Les plantes à piquants. — Costantin et Dufour : Action des antiseptiques sur la Môle.

Revues : Lichens (Hue) ; Algues (Flahault) ; Paléontologie végétale (de Saporta) ; Botanique forestière (Henry) ; Bactéries et fermentations (Boutroux).

Tome VI. — *(544 pages, 21 planches et 57 figures dans le texte).* — Daniel : La greffe ; Applications de la greffe herbacée. — Prunet : Propagation du Pourridié. — Flot : Procédés de micrographie. — Houlbert : Propriétés optiques du bois. — Mesnard : Parfums des plantes. — Devaux : A. Merget. — Mer : Chaudron de Sapin. — Naudin : Littoral de la Provence. — Palladine : Rôle des hydrates de carbone dans la résistance à l'asphyxie. — Trabut : *Marsilia* ; *Œdomyces leproides.* — De Saporta : *Rhizocaulon.* — Prunet : Répartition des engrais. — Costantin et Matruchot : Vert-de-gris, Plâtre et Chanci. — De Lamarlière : Espèces nouvelles de Sphériacées. — Lund : Dessiccation et respiration des tubercules. — Hy : Inflorences. — Dufour et Hickel : Ennemis du Pin. — Bazot : Géographie botanique de la Côte-d'Or. — Bonnier : P. Duchartre ; Plantes arctiques et plantes alpines.

Revues : Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Algues (Flahault) ; Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Champignons (Costantin).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères

LIVRAISON DU 15 AVRIL 1895

I. — RECHERCHES SUR LA GERMINATION DES GRAINES OLÉAGINEUSES, par **M. Leclerc du Sablon**. . 145

II. — SUR LE POLYMORPHISME DU GENRE *SPOROTRICHUM* (avec planches), par **M. Emile Boulanger** *(fin)* 166

III. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. H. Jumelle** *(suite)*. 172

IV. — REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS SUR LES CHAMPIGNONS pendant les années 1891 à 1893 (avec figures dans le texte), par **M. J. Costantin** (*fin*) 177

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

Planche 4. — *Sporotrichum.*

Planche 5. — *Sporotrichum.*

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

RECHERCHES

SUR LA

GERMINATION DES GRAINES

OLÉAGINEUSES

par M. LECLERC DU SABLON.

Les graines oléagineuses renferment, soit dans leurs cotylédons, soit dans leur albumen, des matières de réserve formées surtout d'huile et d'aleurone ; l'amidon n'a été signalé que dans quelques-unes de ces graines et ne s'y trouve qu'en quantité relativement faible. Je me suis proposé dans ce travail d'étudier les transformations chimiques que subissent les graines oléagineuses pendant leur germination, en limitant mes recherches aux composés suivants : huiles, acides gras, glucoses, saccharoses et quelques autres hydrates de carbone solubles dans l'eau. Je discuterai, s'il y a lieu, dans le courant de l'exposé, les principaux travaux écrits sur ce sujet et notamment ceux de MM. Sachs (1), Fleury (2) Detmer (3), Muntz (4), Schmidt (5) et Mesnard (6).

---

(1) Sachs : *Traité de physiologie végétale* (Traduite de l'allemand par Micheli) et divers mémoires.

(2) Fleury : *Recherches chimiques sur la végétation* (Annales de chimie et de physique ; 4ᵉ série, tome IV, page 38).

(3) Detmer : *Phys-Chem. Untersuchungen über die Keimung ölhaltiger Samen*, 1875.

(4) Muntz : *Sur la germination des graines oléagineuses* (Boussingault, agronomie, tome V, page 50).

(5) Schmidt : *Ueber Aufnahme und Verarbeitung von fetten oelen durch pflanzen* (Flora, 1891, page 300).

(6) Mesnard : *Sur les transformations que subissent les substances de réserve pendant la germination des graines.* (Bull. de la Société bot. de France, tome 40, page 35, 1893).

Il m'a paru utile d'exposer dès le commencement de ce Mémoire la façon dont j'ai procédé dans mes recherches. Bien que les méthodes d'analyses chimiques que j'ai suivies ne soient pas originales, il est bon que je les indique pour faciliter le contrôle des résultats que j'ai obtenus.

MÉTHODES

Je mets les graines soigneusement dépouvues de toute impureté dans un vase en terre poreuse et je les recouvre de papier buvard ; le tout est maintenu humide dans une étuve à germination de Schribaux dont la température reste fixée à 20° environ. De cette façon, la germination des graines se fait vite et régulièrement. Les graines faisant partie d'un même lot arrivent à peu près toutes en même temps, à un même état de développement que l'on peut faire connaître en indiquant la longueur de la radicule ou de la tigelle. En opérant ainsi et toujours dans les mêmes conditions, plusieurs séries d'expériences faites à des moments différents sont comparables et peuvent se compléter les unes les autres. Si l'on met un assez grand nombre de graines en même temps dans l'étuve à germination et si l'on retire tous les jours ou tous les deux ou trois jours, suivant la rapidité de la germination, un lot de graines germées, on peut suivre d'assez près la série des transformations chimiques qui se produisent.

Dosage des matières grasses. — Lorsqu'un lot de graines est retiré de l'étuve à germination, je le fais dessécher pendant trois jours dans une étuve à 45° ; au bout de ce temps, les graines, sans être complètement déshydratées, sont dans un état de dessiccation suffisant pour que l'huile puisse être extraite par l'éther dans des conditions convenables. Une dessiccation à une température plus élevée pourrait être nuisible au dosage de l'huile.

Lorsque les graines sont ainsi desséchées, je les pile de façon à en faire une poudre aussi fine que possible ; je mets la poudre obtenue dans un flacon bouché à l'émeri et dont le poids est connu ; en pesant j'obtiens le poids de la matière introduite dans le flacon, puis je verse de l'éther anhydre dans le flacon de façon à ce que le poids de l'éther soit environ dix fois le poids des graines à analyser. Je laisse ensuite macérer pendant une huitaine de jours en agitant aussi souvent que possible. Toutes les matières grasses sont dissoutes dans l'éther et l'on peut procéder au dosage.

Pour doser les matières grasses je filtre l'éther qui a servi à la macération, je lave plusieurs fois le filtre et la matière épuisée avec de l'éther anhydre, puis je fais évaporer dans une étuve à 75° l'éther renfermant en dissolution les matières grasses. Lorsque le poids cesse de diminuer, je pèse et, connaissant le poids du verre, j'ai le poids de la matière grasse.

Dans l'ensemble des corps gras ainsi dosés se trouvent des acides dont le dosage direct offre de sérieuses difficultés. Pour me rendre compte de la façon dont varie la proportion d'acide gras, j'ai procédé de la façon suivante : je traite l'ensemble des corps gras par de l'alcool à 90° qui dissout les acides gras et une quantité plus ou moins grande d'huile, puis j'ajoute quelques gouttes d'un indicateur tel que le vert malachite qui est vert dans un milieu acide et incolore dans un milieu alcalin. Dans le liquide d'abord vert j'ajoute goutte à goutte, au moyen d'une pipette graduée, une solution titrée de soude ou de baryte jusqu'à ce que le liquide change de couleur. Je connais ainsi la quantité d'alcali nécessaire pour neutraliser les acides gras. En tenant compte des équivalents on peut se faire une idée de la quantité absolue d'acide gras ; mais, si l'on se borne à étudier les variations de l'acide pendant la germination d'une graine, on peut s'en tenir à comparer entre elles les quantités d'alcali employées.

Dosage du glucose. — Après avoir dosé les corps gras, il reste la matière épuisée par l'éther ; je mets cette matière, ainsi que le filtre qui la renferme, dans un flacon bouché à l'émeri dans lequel j'ajoute en quantité suffisante (au moins dix fois le poids de la matière) de l'alcool à 85° qui dissout les sucres et laisse les dextrines. Après avoir laissé macérer pendant 4 ou 5 jours, en agitant le flacon aussi souvent que possible, je filtre et je lave plusieurs fois le filtre et le résidu avec l'alcool à 85°. L'alcool tenant le sucre en dissolution est mis dans une étuve à 75° où il s'évapore. Lorsque le résidu de l'évaporation est arrivé à consistance sirupeuse, je le reprends par l'eau qui dissout à son tour les sucres, je traite cette dissolution successivement par le sous-acétate de plomb et le sulfate de soude, je filtre, je fais passer un courant d'hydrogène sulfuré pour éliminer les dernières traces de plomb, je chauffe pour chasser l'hydrogène sulfuré resté en dissolution, je filtre de nouveau, je neutralise s'il y a lieu et j'ai un liquide dans lequel je peux doser le glucose à l'aide de la liqueur de Fehling.

Il va sans dire que de cette façon on dose non seulement le glucose proprement dit, mais encore tous les sucres réducteurs. Comme dans un travail de ce genre, la distinction de ces sucres, fort difficile d'ailleurs, n'offre pas un très grand intérêt, je me contenterai de doser les sucres réducteurs d'une façon générale, en leur supposant à tous et d'une façon conventionnelle le pouvoir réducteur du glucose. Il serait sans doute plus exact dans ces conditions d'énoncer le résultat du dosage, non par un poids de glucose qui n'est pas toujours conforme à la réalité, mais par le poids de l'oxyde de cuivre réduit. Ce dernier procédé employé par certains auteurs a l'avantage de ne rien préjuger au sujet de la nature du sucre réducteur ; néanmoins, je ne l'ai point adopté car il m'a paru qu'un poids de sucre donnait une idée plus claire et plus conforme aux habitudes ordinaires.

Dosage du saccharose. — Pour doser le saccharose, je prépare la dissolution sucrée comme pour doser le glucose, puis je la fais bouillir avec de l'acide chlorhydrique étendu de façon à transformer tous les sucres en glucose ; enfin je neutralise et je dose le glucose. En retranchant de la quantité de glucose ainsi obtenue le glucose dosé directement j'ai la quantité de saccharose ou de sucre non réducteur renfermé dans le liquide.

Au sujet de ce dosage du saccharose il y a à faire les mêmes réserves que pour le dosage du glucose. Le résultat n'est exact que si la dissolution ne renferme que du glucose ou du saccharose proprement dits. Dans le cas où la graine renfermerait un sucre ayant un pouvoir réducteur égal à la moitié de celui du glucose, la méthode employée amènerait à compter ce sucre par moitié comme du glucose et par moitié comme du saccharose.

Pour éviter les erreurs provenant de ce que le dosage du glucose et celui du saccharose seraient faits sur des échantillons incomplètement comparables, je divise la solution renfermant à la fois le glucose et le saccharose en deux parties égales ; dans l'une je dose directement le glucose, dans l'autre je ne fais le dosage qu'après avoir opéré l'interversion avec l'acide chlorhydrique. Il suffit de doubler les nombres obtenus pour avoir les quantités de sucres contenues dans la matière soumise à l'expérience.

Dosage des hydrates de carbone insolubles dans l'alcool. — Si on traite directement par l'eau la matière épuisée par l'éther, on obtient une dissolution qui renferme non seulement les sucres solubles dans l'alcool, mais encore d'autres hydrates de carbone, tels que les dextrines qui sont solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool. Après avoir laissé macérer pendant 24 heures environ, on filtre, on lave, on traite le liquide comme précédemment par le sous-acétate de plomb, le sulfate de soude et l'hydrogène sulfuré, puis on fait bouillir avec de l'acide chlorhydrique étendu pour transformer tous les hydrates de carbone en glucose que l'on dose avec la liqueur de Fehling. En retranchant du glucose ainsi trouvé le glucose obtenu dans la précédente opération pour le dosage du saccharose, on a un nombre qui correspond à la quantité d'hydrates de carbone solubles dans l'eau et insoluble dans l'alcool, c'est-à-dire d'une façon générale aux dextrines.

Au lieu de rechercher l'ensemble des hydrates de carbone solubles dans l'eau, on peut doser seulement le sucre réducteur dissous par l'eau ; pour cela, j'opère exactement comme il est dit au paragraphe précédent, mais je n'intervertis pas ; ce dosage ne donne que des résultats variables et difficiles à interpréter.

Cela tient à ce que les graines renferment en abondance des ferments, qui, comme on le sait, sont solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool. Or, lorsqu'on traite par l'eau la matière épuisée par l'éther, ces ferments se dissolvent en même temps que le sucre et les dextrines, et commencent à transformer en glucose les saccharoses et les dextrines. La quantité de glucose que l'on dose est donc supérieure à celle qui existe en réalité dans la graine. J'ai constaté d'ailleurs, comme on le verra dans la suite de ce travail, que la quantité de glucose ainsi obtenue, toujours supérieure à celle que l'on trouve dans l'extrait alcoolique, est d'autant plus grande que la matière à analyser est restée plus longtemps au contact de l'eau. Dans plusieurs cas, après 24 heures d'action, les diastases avaient transformé tous les hydrates de carbone en glucose et je trouvais autant de glucose avant l'action de l'acide chlorhydrique qu'après.

On trouvera dans le chapitre relatif aux graines de Chanvre une démonstration directe de cette action des diastases. D'ailleurs, un travail étendu (1) qui vient d'être publié démontre que des diastases existent dans un grand nombre de graines et pouvait faire prévoir la cause d'erreur que je viens d'indiquer.

RICINUS COMMUNIS : *Ricin.*

Les graines de Ricin sont de celles qui se prêtent le plus facilement à l'étude ; elles sont de dimensions relativement considérables, renferment un albumen volumineux et facile à séparer de la plantule, peuvent être facilement débarrassés de leurs téguments et germent régulièrement ; aussi ont-elles été l'objet de nombreuses études d'anatomie autant que de physiologie ; je citerai dans le courant de cet exposé les auteurs qui se sont placés au même point de vue que moi.

J'ai fait germer les graines comme je l'ai indiqué plus haut ; mais au lieu de soumettre la graine entière à la même analyse, j'ai séparé l'albumen de la plantule et j'ai soumis ces deux parties de la graine à deux séries de dosages parallèles ; on verra qu'il est ainsi plus facile de se rendre compte de l'ordre dans lequel s'effectuent certaines transformations chimiques.

De plus, il m'a été possible, pendant l'été de 1894, d'étudier la formation de la graine du Ricin comme j'avais précédemment étudié sa germination ; je pourrai donc comparer la formation et la destruction des réserves dans cette graine.

Corps gras. — La graine non germée renferme une proportion d'huile qui varie de 70 à 75 °/₀ suivant les échantillons. Pendant la germination, cette proportion diminue rapidement mais d'une façon assez variable suivant les séries d'expériences. En comparant les diverses séries de dosages que j'ai effectués, j'ai constaté pour deux lots de graines arrivés au même état de développement des différences qui pouvaient s'élever jusqu'à 10 °/₀. Les nombres que je donne sont ceux qui m'ont paru se rapprocher le plus de la moyenne ; d'ailleurs, la marche générale du phénomène est toujours sensiblement la même.

Le tableau 1 indique la proportion d'huile qui se trouve dans l'albumen pendant les différentes phases de la germination.

---

(1) J. Grüss : *Ueber das Verhalten des diastatischen Enzyms in der Keimpdanze.* (Jahrbucher für wissenschaftliche Botanik, 1894, page 379).

Tableau 1

Longueur de la radicule	Durée de la germination	Poids de la matière sèche	Huile	Huile °/₀ de matière sèche
cent.	jours	gr.	gr.	
0	0	3.482	2.488	71.4
0,7	2	1.647	1.062	64.4
2,0	5	1.557	0.802	51.5
3,5	8	1 431	0.466	32.5
9,0	13	0.847	0.155	18.3
10,0	16	0.355	0.021	5.9

Pour la graine non germée qui occupe la première ligne horizontale, l'huile a été dosée dans l'ensemble de l'amande. La première colonne verticale indique la longueur des radicules correspondant aux albumens analysés.

M. Fleury (1) a étudié la diminution de l'huile dans les graines de Ricin en germination, mais seulement dans l'ensemble de l'albumen et de la plantule ; il est à remarquer que les graines dont se servait cet auteur étaient très pauvres en huile ; avant la germination, la proportion d'huile n'était que 46 °/₀.

Le tableau 2 donne le résultat du dosage de l'huile dans les plantules correspondant aux albumens du tableau 1.

Tableau 2

Longueur de la radicule	Poids de la matière sèche	Huile	Huile °/₀ de matière sèche
cent.	gr.	gr.	
0.7	0.100	0.055	55.0
2.0	0.503	0.125	24.8
3.5	1.461	0.134	9.1
9.0	1.262	0.089	7.0
10.0	1.597	0.079	4.9

On voit qu'au commencement de la germination l'huile se trouve dans la plantule en quantité relativement très considérable. En valeur absolue cette quantité d'huile diminue très lentement, mais comme d'autre part le poids de la plantule augmente rapidement, la proportion d'huile diminue très vite.

M. Mesnard, en étudiant au microscope le contenu des cellules dans les plantules de Ricin, a constaté la présence, puis la diminution progressive de l'huile dans ces cellules.

M. Sachs et M. Schmidt pensent que les corps gras qui se trouvent dans la plantule proviennent en partie de l'albumen où ils auraient été puisés par les cotylédons.

---

(1) Fleury ; Annales de Chimie et de Physique, 4ᵉ série, tome IV, page 38.

Il est difficile de donner des preuves directes de l'absorption ou de la non absorption de l'huile par les cotylédons. Cependant les résultats indiqués dans le tableau 2 semblent montrer que, si cette absorption a lieu, c'est dans de très faibles proportions ; en effet, les 2e, 3e et 4e lignes horizontales de ce tableau se rapportent à 10 plantules et la 5e ligne à 9 plantules. Le second lot renferme il est vrai un peu moins d'huile que le troisième, mais la différence est faible et peut s'expliquer par les différences individuelles des graines employées ; mais dans le 4e et le 5e lot les plantules renferment moins l'huile en quantité absolue. On peut objecter, il est vrai, que les plantules consomment l'huile à mesure qu'elles l'absorbent ; mais on ne donne de ce fait aucune preuve directe et on verra plus loin qu'il semble préférable d'admettre que les cotylédons absorbent, non les corps gras, mais les sucres élaborés dans l'albumen aux dépens des corps gras.

Le tableau 3, qui peut être considéré comme résultat de la combinaison des tableaux 1 et 2, montre la différence qui existe entre l'albumen, la plantule et la graine entière, au point de vue de la teneur en huile. Les nombres de ce tableau ne sont pas identiques à ceux du tableau 1, car les analyses ont été faites sur des albumens différents, mais correspondant exactement aux plantules de ce même tableau 3.

Tableau 3

Longueur de la radicule —	Huile °/₀ dans l'albumen —	Huile °/₀ dans la plantule —	Huile °/₀ dans la graine entière —
0cm7	64.4	55.0	63.9
2cm0	52.8	24.8	48.8
3cm5	33.0	9.1	25.0
9cm0	19.4	7.0	14.1
10cm0	5.0	4.9	4.9

A la fin de la germination, l'huile ne se trouve pas en plus grande abondance dans l'albumen que dans la plantule et ne joue plus alors, pour ainsi dire, le rôle de matière de réserve.

Acides gras. — Les acides gras sont relativement peu abondants dans les graines de Ricin ; on en trouve néanmoins de plus en plus, à mesure que la germination est plus avancée. Dans certains cas même, on peut voir un assez grand nombre de cristaux d'acide gras se former dans l'huile extraite d'albumens qui ne renferment plus que 20 ou 30 °/₀ de corps gras.

Le tableau 4 indique la quantité de baryte nécessaire pour neutraliser les corps gras extraits de l'albumen aux diverses périodes de la germination.

Tableau 4.

Longueur de la radicule	Poids de la matière sèche	Poids de la baryte	Baryte °/₀ de matière sèche	Baryte °/₀ d'huile
cent.	gr.	gr.		
0.	2.716	0.0084	0.3	0.4
0.7	1.647	0.0066	0.4	0.6
2.0	1.557	0.0084	0.5	1.0
3.5	1.431	0.0136	0.9	2.9
9.0	0.847	0.0094	1.1	6.0
10.0	0.355	0.0052	1.4	24.7

L'équivalent de l'acide gras contenu dans l'huile de Ricin étant très élevé ($C^{36} H^{34} O^{6}$), on voit que la proportion d'acide renfermé dans l'albumen est loin d'être négligeable. D'ailleurs, comme j'aurai encore l'occasion de le dire à propos d'autres graines, la quantité d'acide gras est variable ; dans certaines séries de dosages on trouve des quantités beaucoup plus fortes que dans d'autres. La série dont les résultats sont indiqués au tableau 4 est une de celles où la quantité d'acide était la moindre. Mais, dans tous les cas, c'est un fait constant que la proportion d'acide, d'abord très faible dans les graines non germées, augmente dans l'albumen pendant toute la période germinative.

Il est probable que dans la décomposition que subissent les matières grasses, une partie seulement de l'acide gras est mis en liberté ; l'autre partie, ainsi que la glycérine, donnant immédiatement d'autres substances que j'étudierai plus tard, ou même n'étant pas mis en liberté du tout. Il m'a été en effet impossible de mettre en évidence la glycérine dans les graines germant. On sait d'ailleurs que les auteurs qui se sont occupés de ce sujet sont tous arrivés à ce résultat négatif. L'acide gras qui se trouve dans les graines doit donc être considéré comme un produit transitoire provenant de la décomposition de l'huile et destiné à se transformer en substances directement assimilables.

Ce qui vient d'être dit s'applique seulement à l'albumen. Dans les plantules on trouve aussi des acides gras, mais en proportion plus faible que dans l'albumen. Le poids d'acide gras augmente pendant le commencement de la germination, mais moins rapidement que le poids total de la plantule.

M. Schmidt a dosé l'huile neutre et les acides gras dans un lot de graines en germination dont la radicule avait environ 1^cm 5 de longueur ; les acides gras dosés avec une liqueur titrée de potasse étaient en quantité relativement plus considérable que ne l'indiquent les tableaux précédents.

On a observé depuis longtemps que dans la putréfaction des graines oléagineuses il se forme beaucoup d'acide gras sans qu'il y ait d'ailleurs pour cela de la glycérine mise en liberté. L'expérience suivante donne un résultat du même ordre.

On prend un certain nombre de graines de Ricin, on les pile, puis on divise la matière pilée en deux portions; une portion qui doit servir de témoin est mise à dessécher dans l'étuve à 45°, puis les corps gras y sont dosés comme dans les expériences précédentes; la seconde portion est délayée dans une petite quantité d'eau et abandonnée à elle-même pendant 24 heures dans une étuve à 20°. Puis on dessèche dans l'étuve à 45° et on dose les corps gras et les acides gras par la méthode ordinaire.

Les résultats obtenus avec la première portion qui sert de témoin sont sensiblement les mêmes que ceux obtenus avec des graines broyées seulement après la dessiccation; la proportion de corps gras est d'environ 70 °/₀ et la proportion de baryte nécessaire pour le neutraliser de 0,4 °/₀. Dans la seconde portion, la proportion de l'ensemble des corps gras est toujours restée de 70 °/₀ mais la proportion de baryte nécessaire pour neutraliser ces corps gras s'est élevée à 12,5 °/₀. Comme dans les autres expériences, je n'ai pas trouvé de glycérine libre, l'expérience plusieurs fois répétée a toujours donné les mêmes résultats.

On peut conclure de cette expérience qu'il existe dans la graine de Ricin une diastase qui, au contact de l'eau, peut produire des acides gras aux dépens de l'huile sans mettre de la glycérine en liberté. C'est probablement la même diastase qui agit pendant la germination, mais alors les acides gras formés, au lieu de s'accumuler dans la graine, sont décomposés et servent, comme nous le verrons tou à l'heure, à former des substances directement assimilables.

Il y a là un phénomène de fermentation comparable à l'interversion du saccharose. Il ne semble pas en effet que la production d'acide gras soit due uniquement au contact de l'oxygène de l'air, car dans l'expérience qui a servi de témoin, les graines pilées sont restées plusieurs jours au contact de l'air sans que la quantité d'acide gras ait sensiblement augmenté. Dans tous les cas, la réaction qui se produit n'est pas une simple saponification, car la glycérine n'est pas mise en liberté ; il y a là un phénomène beaucoup plus complexe.

Sucres. — Les graines non germées ne renferment pas de glucose ou, si elles en renferment quelquefois, c'est en quantité très faible qu'on peut considérer comme négligeable. Mais dès que la germination est commencée, le glucose apparaît, comme d'ailleurs dans presque toutes les graines et se trouve en proportion de plus en plus considérable à mesure que la germination est plus avancée. Le tableau 5 montre la façon dont se produit cette augmentation de glucose dans l'albumen.

Tableau 5

Longueur de la radicule	Poids de la matière sèche	Glucose	Glucose °/o de matière sèche
— cm.	— gr.	— gr.	—
0	2.716	0	0
2.0	1.557	0.025	1.6
3.5	1.431	0.092	6.4
9.0	0.847	0.100	11.8
10.0	0,355	0.072	20.3

Le tableau 6 indique la quantité de glucose renfermée dans les plantules.

Tableau 6

Longueur de la radicule	Poids de la matière sèche	Glucose	Glucose °/o de matière sèche
— cm.	— gr.	— gr.	—
2.0	0.503	0.065	12.9
3.5	1.461	0.180	12.3
9.0	1.262	0.207	16.4
10.0	1.597	0.257	16.1

En examinant comparativement les tableaux 5 et 6 on voit que le glucose se forme dans l'albumen en quantité de plus en plus considérable et passe dans la plantule qu'il nourrit et où il s'accumule en assez grande quantité. L'étude des autres hydrates de carbone est d'ailleurs de nature à éclairer le mode de production du glucose.

En même temps que du glucose, les graines de Ricin renferment du saccharose ; je rappelle que je comprends sous le nom de saccharose tous les hydrates de carbone soluble dans l'alcool à 85° et ne réduisant la liqueur de Fehling qu'après l'action de l'acide chlorhydrique étendu ; en dosant le glucose avant et après, l'action de l'acide chlorhydrique on obtient le saccharose par différence.

Le tableau 7 indique la quantité de saccharose qui se trouve dans l'albumen d'après des dosages effectués avec les mêmes échantillons que ceux qui ont servi à établir le tableau 5.

Tableau 7

Longueur de la radicule — cent.	Poids de la matière sèche — gr.	Saccharose — gr.	Saccharose °/o de matière sèche —
0.0	2.716	0.030	1.1
2.0	1.557	0.162	10.4
3.5	1.431	0.265	18.5
9.0	0.847	0.170	20.0
10.0	0.355	0.042	11.8

Le tableau 8 indique la quantité de saccharose renfermée dans les plantules, les dosages ayant été faits avec les mêmes plantules que les dosages de glucose du tableau 6.

Tableau 8

Longueur de la radicule — cm.	Poids de la matière sèche — gr.	Saccharose — gr.	Saccharose o/o de matière sèche —
2.0	0.503	0.003	0.5
3.5	1.461	0.008	0.5
9.0	1.262	0.015	1.1
10.0	1.597	0.042	2.6

Le saccharose se forme donc en abondance dans l'albumen dès le début de la germination et existe d'abord en quantité bien plus considérable que le glucose ; puis la proportion de saccharose passe par un maximum et devient plus faible que celle de glucose.

Il ne faut pas confondre le saccharose qui se forme pendant la germination et qui, comme nous le verrons, est un produit de décomposition de l'huile, avec le saccharose qui se trouve, en petite quantité d'ailleurs, dans la graine non germée et qui doit être considérée comme une matière de réserve.

Dans les plantules, la proportion de saccharose est très faible ; l'extrait alcoolique ne renferme guère plus de glucose après le traitement par l'acide chlorhydrique qu'avant. Ce résultat est facile à interpréter. L'albumen renferme un mélange de saccharose et de glucose; le glucose qui est la forme assimilable des composés hydrocarbonés est seul absorbé par les cotylédons d'où il passe dans le reste de la plantule pour servir à sa nutrition. Il est remarquable, qu'en présence d'un mélange de glucose et de saccharose, les cotylédons absorbent à peu près exclusivement le glucose et laissent le saccharose qui n'est pas assimilable. Le saccharose non absorbé se transforme en glucose dans l'albumen, comme je le montrerai plus clairement tout à l'heure, et sous cette forme est ensuite absorbé par les cotylédons.

En traitant directement par l'eau la matière épuisée par l'éther on obtient en dissolution non seulement les sucres, mais aussi les dextrines ; si l'on transforme alors tous ces hydrates de carbone en glucose par l'acide chlorhydrique et si l'on dose le glucose ainsi obtenu, on peut, connaissant par les dosages précédents la quantité de sucre, obtenir par différence la quantité de dextrine.

On trouve ainsi des quantités de dextrines extrêmement faibles, 1 $^o/_o$ environ, pendant la première période de la germination ; plus tard seulement, lorsque la radicule atteint 10^{cm}, la proportion de dextrine paraît augmenter. Les nombres restent toujours assez faibles pour que je ne puisse pas préciser la façon dont varie la proportion de dextrine, surtout étant donné que cette substance a été dosée par différence d'après des analyses faites sur des échantillons différents et qui peuvent n'être pas exactement comparables.

Si maintenant on considère l'ensemble de la plantule et de l'albumen on voit que les différents sucres s'y trouvent dans les proportions suivantes :

Tableau 9

Longueur de la radicule	Glucose $^o/_o$ de matière sèche	Saccharose $^o/_o$ de matière sèche	Sucres $^o/_o$ de matière sèche
—	—	—	—
0	0	1.1	1.1
$2^{cm}0$	3.1	9.0	12.1
3 5	8.4	12.4	20.8
9 0	13.7	12.0	25.7
10 0	17.4	5.5	22.9

Ce tableau ne peut être déduit par un simple calcul des tableaux 5, 6, 7 et 8, car dans les tableaux 5 et 7 on n'a analysé qu'une partie des albumens correspondant aux plantules des tableaux

6 et 8 ; on y constate d'une façon nette la proportion toujours croissante de glucose et le maximum qui se produit dans la proportion du saccharose à une certaine période moyenne de la germination.

En dissolvant les sucres et les dextrines, l'eau dissout en même temps les diastases qui peuvent se trouver dans les graines ; on conçoit que dans une pareille dissolution les diastases puissent agir sur certains hydrates de carbone pour les transformer en glucose. Pour d'autres graines, on verra que cette action a été mise en évidence ; pour le Ricin il ne semble pas que les diastases agissent dans les conditions de l'expérience. Si on abandonne à elle-même pendant 24 heures la dissolution renfermant les diastases et les hydrates de carbone, on n'y trouve pas une quantité de glucose sensiblement plus grande que dans l'extrait alcoolique.

Digestion de l'huile. — Les réactions qui se produisent pendant la germination d'une graine de Ricin sont certainement très nombreuses et il paraît difficile de les mettre isolément en évidence. L'étude qui précède, relative au dosage de certains éléments pendant les différentes phases de la germination, donnent cependant quelques indications sur les principales transformations qui se produisent. On sait que dans les inductions de ce genre, il y a lieu d'être très prudent, car les causes d'erreur sont nombreuses. De ce qu'on voit une substance disparaître et une autre se former, il ne s'en suit pas forcément en effet que la seconde de ces substances provienne de la transformation de la première. De plus, les substances de réserve d'une graine sont ordinairement de plusieurs sortes et il paraît utile d'étudier isolément les transformations de chacune d'elles. Dans le Ricin cependant ces causes d'erreur paraissent réduites à leur minimum.

D'après l'ouvrage de M. J. König (1) la composition de la graine non germée est la suivante :

Eau	6 46
Matières azotées	19 24
Matières grasses	66 03
Hydrates de carbone solubles	2 91
Cellulose	2 47
Cendres	2 89
	100 00

---

(1) *Die menslichen Nahrungs — und Genüssmittel.* Berlin, 1893.

L'huile constitue donc la grande masse de la graine non germée, les changements de composition de l'ensemble de la graine seront donc surtout en relation avec la transformation de l'huile; d'autant plus que l'on sait que pendant la germination la quantité d'azote reste invariable et que d'après le peu que l'on sait sur la digestion des matières azotées, à une même quantité d'azote correspond à peu de choses près la même quantité de matière azotée ; cette dernière proposition ne doit pas certainement être considérée comme vraie d'une façon absolue, car plusieurs auteurs ont montré ou tout au moins ont supposé que les matières azotées peuvent se dédoubler en d'autres substances azotées et en substances ternaires; mais il ne paraît pas probable que, au point de vue quantitatif, ces réactions soient suffisantes pour infirmer les raisonnements qui suivent.

Ce qui frappe d'abord quand on examine les tableaux qui précèdent, c'est la diminution de l'huile et l'augmentation des sucres. Dans l'albumen, la proportion d'huile s'est abaissée de 70 °/₀ à 5 °/₀, la proportion de sucre s'est élevée de 1 °/₀ à 32 °/₀. Même en tenant compte de la perte de poids sec résultant de la respiration et qui est au plus de 50 °/₀, il est impossible de ne pas admettre que les sucres proviennent en grande partie de la transformation de l'huile.

Plusieurs physiologistes ont d'ailleurs montré que les matières grasses devaient être oxydées pendant la germination ; je citerai en particulier les expériences de M. Godlewski et de MM. Bonnier et Mangin sur la respiration des graines oléagineuses ; ces auteurs ont trouvé que le rapport $\frac{CO^2}{O}$ du volume d'acide carbonique dégagé au volume d'oxygène absorbé était plus petit que 1 ; il en résulte la fixation par la graine d'une certaine quantité d'oxygène ; cet oxygène serait employé à oxyder les matières grasses et à les transformer en hydrates de carbone.

Il est difficile de préciser le mécanisme de cette oxydation, il semble qu'il n'y ait pas saponification de l'huile, parce que les acides sont toujours en quantité relativement faible et surtout parce qu'on n'a jamais pu mettre en évidence la glycérine libre dans les graines en germination ; sur ce dernier point mes tentatives ont été aussi infructueuses que celle des autres auteurs qui ont étudié le même sujet.

Les résultats qui précèdent permettent seulement de dire que pendant la décomposition de l'huile une partie de l'acide gras est mise en liberté tandis que la glycérine et la plus grande partie de l'acide gras sont employés à former des sucres. L'acide gras mis en liberté peut d'ailleurs être considéré comme un produit de décomposition transitoire destiné à donner d'autres substances plus directement assimilables.

On a vu que dans l'albumen les sucres sont de deux sortes : 1° des sucres réducteurs que je désigne d'une façon générale sous le nom de glucose ; 2° des sucres non réducteurs que je confonds sous le nom de saccharose. Il peut d'ailleurs se trouver des sucres intermédiaires entre ces deux catégories, par exemple des sucres qui ont un pouvoir réducteur moindre que le glucose proprement dit et qui se transforment en glucose sous l'action de l'acide chlorhydrique étendu.

D'après la méthode de recherche que j'ai adoptée et qui est exposée au commencement de ce Mémoire, il est évident que les sucres de cette catégorie, s'ils existent, sont désignés dans les tableaux qui précèdent, en partie sous le nom de glucose, en partie sous le nom de saccharose.

On sait d'un autre côté par les travaux de M. Sachs et d'autres observateurs, notamment de M. Mesnard, qu'il se forme de l'amidon pendant la germination des graines oléagineuses ; très abondante dans la plantule, cette formation a été observée aussi dans l'albumen.

Ceci posé et en ne tenant pas compte de la digestion du saccharose qui se trouve en quantité relativement faible dans la graine non germée, il semble que l'huile en se décomposant donne d'abord du sucre non réducteur ; ce sucre non réducteur est ensuite transformé en sucre réducteur qui est absorbé par les cotylédons.

En comparant les tableaux 5 et 7, on voit en effet qu'au commencement de la germination, pendant que la proportion de glucose n'est que de 1,6 °/₀ dans l'albumen, la proportion de saccharose est de 10,4 °/₀. Puis, pendant que la proportion de glucose augmente constamment et atteint 20,4 °/₀, la proportion de saccharose passe par un maximum (20,0 °/₀) et redescend à 11,8 °/₀.

D'autre part, les tableaux 6 et 8 montrent que la plantule renferme une quantité de plus en plus grande de glucose empruntée à l'albumen et ne contient que très peu de sucre non réducteur. Le saccharose serait donc un produit intermédiaire provenant de la décomposition de l'huile renfermée dans l'albumen et se transformant à son tour en glucose directement assimilable qui est absorbé par les cotylédons et sert à nourrir la plantule.

Dans les considérations qui précèdent, je n'ai pas tenu compte de l'amidon qui a été observé dans les différentes parties des graines en germination. L'amidon ne se trouve surtout dans l'albumen qu'en très faible proportion ; les quelques dosages que j'ai effectués me permettent de penser que la quantité d'amidon qui se trouve dans l'albumen est presque toujours inférieure à la dixième partie de la quantité du sucre. Dans la plantule, au contraire, où l'on peut considérer la digestion de l'huile comme à peu près terminée et où l'assimilation s'effectue la quantité d'amidon est plus considérable. Il ne me paraît donc pas probable que l'huile soit transformée en amidon comme le pense M. Sachs. On a vu, en effet, que dans la plantule où se forme l'amidon, la quantité d'huile reste à peu près constante tandis que l'huile de l'albumen donne naissance dans l'albumen même à des sucres qui ont été dosés.

Quel serait le rôle de l'amidon dans la germination du Ricin ? Des faits et des considérations qui précèdent on peut, je crois, conclure que cet amidon transitoire a la même fonction que dans la plupart des organes à l'état de vie active, il sert à mettre en réserve d'une façon essentiellement provisoire les produits d'assimilation qui ne doivent pas être consommés immédiatement ; c'est ce qui explique comment l'amidon est en plus grande abondance dans la plantule où affluent les produits assimilés que dans l'albumen où a lieu la digestion. C'est précisément le contraire qui aurait lieu si l'amidon était le produit normal de la décomposition de l'huile. Cette manière de voir nous expliquera d'ailleurs tout-à-l'heure certaines particularités de la germination des albumens isolés.

On peut donc dire que l'amidon est une substance de réserve plutôt qu'un produit d'assimilation bien qu'une définition nette de ces deux catégories de produits soit difficile à donner. Comme réserve, l'amidon est même dans une certaine mesure comparable à l'huile. Il y a, en effet, une certaine analogie entre la digestion de l'huile telle qu'elle vient d'être étudiée et la décomposition de l'amidon pendant la germination des graines amylacées ou mieux encore sous l'action de l'acide chlorhydrique étendu. On sait, en effet, que dans ces conditions l'amidon se dédouble en maltose et en composés analogues à la dextrine qui, eux-mêmes, se dédoublent en maltose et glucose; puis le maltose est à son tour transformé en glucose. Le dernier terme de la décomposition de l'amidon est donc le glucose comme dans la digestion de l'huile du Ricin et il existe un saccharose comme produit intermédiaire. Au point de vue des dextrines, la comparaison ne se soutient pas, car on en trouve relativement peu dans les graines du Ricin, mais nous verrons que ces composés existent en quantité plus considérable dans d'autres graines oléagineuses.

Germination des albumens isolés. — Pour compléter l'étude de la germination du Ricin, j'ai fait germer des albumens sans plantules; pour cela, on partage une graine en deux parties égales parallèlement au plan des cotylédons; on enlève ensuite la plantule de façon à n'en laisser subsister aucune trace et on place les moitiés d'albumen ainsi isolés dans l'étuve à germination de la même façon que les graines entières. En retirant, tous les deux ou trois jours, un certain nombre d'albumens de l'étuve et en les analysant on peut suivre les transformations qui s'y produisent.

Si l'on compare la composition des albumens ainsi germés à celle des albumens des graines entières qui sont restés dans l'étuve pendant le même temps et à la même température, on peut se rendre compte de l'influence des cotylédons sur les réactions intérieures à l'albumen. M. Van Tieghem (1), qui a fait l'étude morphologique des albumens germant isolément, a montré qu'au bout d'un certain temps les matières de réserve digérées s'emmagasinaient de nouveau sous forme d'amidon.

Le tableau 10 montre de quelle façon la proportion d'huile diminue dans les albumens isolés.

---

(1) Van Tieghem : *Recherches physiologiques sur la germination* (Annales scientifiques de l'Ecole normale, 2e série, tome II, 1873).

Tableau 10

Durée de la germination	Poids de la matière sèche	Huile	Huile °/o de matière sèche	Huile °/o dans les albumens non isolés
jours	gr.	gr.		
0	2.715	2.113	77.8	77.8
2	1.691	1.107	65.4	64.4
6	2.138	0.672	31.4	51.4
8	1.556	0.322	20.7	32.5
11	1.343	0.105	7.8	26.5

La dernière colonne indique la proportion d'huile que renferment les albumens des graines entières après avoir séjourné dans l'étuve aussi longtemps que les albumens isolés portés sur la même ligne horizontale.

La proportion d'huile indiquée pour l'albumen non germé est plus forte que celle qu'on a trouvée ordinairement parce que le dosage a été fait non sur la graine entière mais sur l'albumen séparé de la plantule. J'ai remarqué que dans ces conditions la proportion d'huile était toujours plus forte, d'abord parce qu'il n'était pas tenu compte de la plantule qui est moins riche en huile que l'albumen et peut-être aussi parce que, en enlevant les cotylédons, on gratte ordinairement une partie de l'albumen qui est au contact des cotylédons et qui paraît contenir moins d'huile que le reste de l'albumen.

Le tableau 10 montre que l'huile est digérée beaucoup plus vite dans les albumens isolés que dans les graines germant normalement ; c'est là un fait intéressant et que rien ne permettait de prévoir. C'est surtout après le troisième jour que la différence s'accentue. Pendant les deux premiers jours, elle est très faible ; dans certains cas même, j'ai observé des albumens isolés renfermant une proportion d'huile un peu plus grande que les albumens non germés ; cela tient à ce que le poids total a diminué plus vite que le poids de l'huile ; l'étude des acides gras expliquera en partie cette anomalie, que j'aurai, d'ailleurs, l'occasion de signaler plusieurs fois dans le cours de ce travail.

Le tableau 11 indique la proportion d'acides gras que l'on trouve dans les albumens isolés.

Tableau 11

Durée de la germination	Poids de la matière sèche	Baryte	Baryte o/o de matière sèche	Baryte o/o d'huile
jours	gr.	gr.		
0	2.715	0.0094	0.3	0.4
3	3.158	0.0885	2.8	4.4
6	2.138	0.0357	1.6	5.3
8	1.556	0.0175	1.1	5.4
11	1.516	0.0115	0.7	9.0

Dans les albumens isolés, la proportion d'acide gras augmente d'abord beaucoup plus vite que dans la germination normale, passe par un maximum et redescend ensuite. Cette production relativement grande d'acide gras au début de la germination explique dans une certaine mesure pourquoi la proportion de l'ensemble des corps gras diminue si peu pendant cette même période.

Quoiqu'il en soit, on peut conclure des résultats portés au tableau 11 que les acides gras mis en liberté pendant la digestion de l'huile sont moins vite décomposés que dans la germination normale et s'accumulent dans l'albumen en plus grande quantité.

Le tableau 12 indique les proportions de glucose qui se trouvent dans les albumens isolés.

Tableau 12

Durée de la germination	Poids de la matière sèche	Glucose	Glucose o/o de matière sèche	Glucose o/o pour les albumens non isolés
jours	gr.	gr.		
0	2.715	0	0	0
2	1.691	0.015	0.8	0.9
6	1.614	0.125	7.7	3.2
11	1.343	0.100	7.4	9.7

La proportion de glucose est d'abord à peu près la même dans les albumens isolés que dans les albumens germant normalement, puis elle augmente plus rapidement dans le premier cas, passe par un maximum et diminue. L'augmentation plus rapide de la proportion de glucose s'explique facilement par ce fait que le glucose formé n'est pas absorbé par les cotylédons et reste en totalité dans l'albumen ; puis ce glucose se met en réserve sous forme d'hydrate de carbone insoluble dans l'alcool, ou est détruit par la combustion respiratoire, c'est ce qui explique qu'on en trouve un peu moins à la fin de la période examinée.

D'ailleurs, d'une façon générale, les transformations chimiques se succèdent plus rapidement dans les albumens isolés que dans les germinations normales.

Le tableau 13 indique la proportion de saccharose trouvée dans les albumens isolés.

Tableau 13

Durée de la germination —	Poids de la matière sèche —	Saccharose —	Saccharose o/o de matière sèche —	Saccharose o/o dans les albumens non isolés —
jours	gr.	gr.		
0	2.715	0.045	1.6	1.6
6	1.614	0.350	21.6	13.1
11	1.343	0.185	13.7	19.5

Ce tableau donne lieu aux mêmes remarques que le tableau 12, le maximum dans la production du saccharose est atteint plus tôt dans les albumens isolés que dans les albumens au contact de la plantule.

Pendant les six premiers jours de la germination les albumens isolés ne renferment que peu de dextrine et d'amidon; vers le onzième jour la proportion de ces hydrates de carbone dépasse 12 °/o, proportion qui n'est jamais atteinte dans les germinations normales. Les dextrines pouvant être considérées comme un produit intermédiaire entre le sucre et l'amidon, il semble qu'à ce moment les sucres se transforment en vue d'une mise en réserve à l'état d'amidon. Ce résultat confirme l'observation de M. Van Tieghem relative à la formation d'amidon dans les albumens isolés.

En somme les mêmes réactions se produisent dans les albumens isolés et dans les germinations normales, mais elles se succèdent beaucoup plus rapidement dans le premier cas.

(A suivre).

SUR LE POLYMORPHISME
DU GENRE *SPOROTRICHUM*

par M. Emile **BOULANGER** *(Fin).*

C. — PASSAGE A LA FORME PARFAITE (*CHŒTOMIUM*)

Dans une culture sur milieu solide, où les *Graphium* étaient bien développés, il se produisit, à la partie inférieure du tube, de petites masses noires, arrondies, en forme de sclérotes.

Ces sclérotes, qui indiquent une tendance de la forme filamenteuse vers son état parfait, se produisent souvent dans les cultures sur milieux solides (1) ; mais si l'on change de milieu, et qu'on sème sur des milieux plus naturels (bois, feuilles, paille, etc.), on obtient souvent des périthèces, arrivant à complète maturité. Que l'on sème alors sur les milieux solides primitifs, des conidies, provenant des tubes de bois où s'est produite la forme parfaite, cette dernière s'y développe à son tour.

C'est ce qui s'est produit pour le *Sporotrichum*. Les conidies, provenant des tubes à sclérotes, furent semées sur bois mort (Marronnier, Saule), feuilles (Peuplier, Platane), paille, feuille sèche de Bananier, etc... La forme filamenteuse et la forme agrégée se développèrent facilement, et un mois après, quelques cultures montrèrent de nombreux *Chœtomium*, parsemés au milieu des *Graphium* (fig. 22). C'étaient des périthèces bien développés, recouverts de longs poils; des cordons jaunâtres, formés par les spores agglutinées, sortaient par une ouverture (*ostiole*), située à la partie supérieure. Les asques, rapidement mûres et dont la paroi se résorbe, ne se voient bien que chez de jeunes sujets.

Naissance du Chœtomium sur la forme filamenteuse (*Sporotrichum*). — J'ai pu obtenir dans une même cellule, le développement des trois formes qui nous occupent. La forme filamenteuse, après avoir produit plusieurs *Graphium*, donna naissance un peu plus tard à des débuts de *Chœtomium*. Les périthèces se développèrent sur les filaments rampants de *Sporotrichum*, munis de leurs rameaux fructifères habituels, et y formèrent (fig. 17) de petites masses sphériques, formées de speudo-parenchymes, où les poils extérieurs commençaient à bourgeonner.

---

(1) Ils se forment rarement dans les cultures sur gélatine, géloses ou en milieux liquides.

La forme *Chœtomium* est donc une seconde transformation de la forme filamenteuse, mais il n'y a aucun contact entre *Graphium* et *Chœtomium*; ces deux formes condensées naissent indépendamment l'une de l'autre sur le *Sporotrichum*.

Je rappelle rapidement le développement des *Chœtomium*, qui a été suivi d'une manière très complète par Zopf (1).

Développement des Chœtomium. — Les périthèces se forment aux dépens de touffes de branches adventives, provenant du *mycélium*; ces branches se ramifient, s'entrelacent et forment une masse sphérique de pseudo-parenchyme. Il se forme dans cette masse, par la croissance tangentielle des éléments, une cavité centrale; puis, les cellules voisines de cette cavité y envoient des prolongements délicats et ramifiés, qui constituent une masse centrale, le noyau; la partie externe sera la paroi du périthèce.

Dans le noyau, les prolongements situés vers la base du périthèce y forment une touffe pseudo-parenchymateuse, où des filaments se dressent dans la cavité centrale et produisent tous des asques à leur extrémité (2).

Les prolongements qui tapissent le reste de la cavité restent stériles; ceux qui se trouvent vers le haut, plus courts, peuvent sortir par l'orifice (ostiole), qui s'est formé à la partie supérieure du périthèce.

Les asques, terminales, globuleuses (rarement cylindriques), contiennent 8 spores, et se dissocient à maturité. Les ascospores, brunâtres, unicellulaires, elliptiques, sont souvent apiculées aux deux pôles; elles sont mises en liberté, poussées vers l'ostiole, par une masse gélatineuse, résultant de la dissociation des asques et des filaments stériles, qui tapissent la cavité.

La paroi du périthèce est relativement épaisse, formée de plusieurs couches de cellules; la couche externe cutinisée, brunâtre, est recouverte de poils ; ceux-ci deviennent des rhizoïdes, à la base du périthèce.

---

(1) Zopf : loc. cit.

(2) Il n'y a donc pas de paraphyses chez les *Chœtomium*.

Enfin, le genre *Chœtomium*, présentant aussi des périthèces dépourvus d'orifice (*Ch. fimeti*), sert de passage entre les *Sphœriacées* et les *Périsporiacées*.

Formes conidiennes du Chœtomium. — Zopf a observé des formations conidiennes chez plusieurs espèces (*Ch. Kunzeanum* Zopf, *Ch. crispatum* Fuckel,......) ; le mycélium donne de courts rameaux, simples ou très peu ramifiés, supportant des chaînes de spores, très petites, ellipsoïdes, hyalines; et tandis qu'une partie quelconque du *Chœtomium* (rhizoïdes, poils, etc., etc.) est capable de germer et de donner un périthèce, ces conidies *ne germent jamais* : Zopf les appelle alors des « *organes rudimentaires* ».

Ces formations conidiennes se rapprochent des *Monilia* ; elles n'ont du reste aucune ressemblance avec le *Sporotrichum* que j'étudie (1).

Description du Chœtomium. — Le *Chœtomium* (fig. 23), forme parfaite du *Sporotrichum vellereum*, est de petite taille (400 à 500 μ haut.) ; il est sphérique et coloré en noir (*fusco-olivaceus*), par suite de la cutinisation extérieure de sa paroi, qui est mince. A sa partie supérieure se trouve un col assez long, percé d'une ouverture, que dépassent les soies internes. Ce col peut être très allongé (fig. 24); j'ai trouvé quelques sujets où il a la hauteur du périthèce : le *Chœtomium* rappelle alors les *Melanospora*, mais il en diffère par la présence de ses poils caractéristiques (2).

Les poils qui recouvrent le périthèce sont assez longs (100 à 240 μ), simples, flexueux, cloisonnés et noirâtres ; ils ne présentent ni incrustations, ni d'autres caractères spéciaux ; ils sont tous semblables, les rhizoïdes étant un peu plus courts.

L'asque (fig. 18) globuleuse (24 à 30 μ sur 18 à 26 μ), contient 8 spores ellipsoïdes (9 μ à 5 μ), jaunes (*flavo-umbrinus*), arrondies aux deux pôles.

Ces caractères désignent le *Chœtomium cuniculorum* Fuck.

---

(1) J'étudierai ultérieurement une troisième forme filamenteuse, différente des *Monilia* et des *Sporotrichum*, dont la forme parfaite est aussi un *Chœtomium*.

(2) On trouve dans Corda, Ic. Fung., I, tab. VII, fig. 297, A et B, des *Melanospora*, faussement dénommés, qui sont des *Chœtomium* à col très allongé.

Chlamydospores. — Zopf a trouvé des chlamydospores chez les *Chætomium* ; elles se forment surtout quand le substratum est épuisé. Elles proviennent d'une ou plusieurs cellules du mycélium, où le protoplasma se condense, produisant des vacuoles dans le reste de la cellule. Ces amas protoplasmiques, ainsi formés à l'intérieur du mycélium, se gonflent et brisent la paroi du filament : les chlamydospores se trouvent ainsi en liberté.

Les chlamydospores sont quelquefois en chapelet ; elles proviennent alors de plusieurs cellules, et se sont accolées dans le filament par suite de leur turgescence.

J'ai trouvé (fig. 19) peu de chlamydospores dans mes cultures ; elles sont pluricellulaires (30 μ à 12 μ), à paroi très épaisse et colorées en jaune : leurs cloisons transversales sont souvent flexueuses. Elles se développent surtout dans le voisinage des *Chætomium.*

D. — Retour des formes agrégée et parfaite à la forme filamenteuse.

Les spores de *Graphium* ou de *Chætomium* germent facilement, et, en quelque milieu que ce soit, en tubes ou en cellules, *elles donnent d'abord* un *Sporotrichum*, sur lequel se développeront des *Graphium* ou des *Chætomium*, si les conditions sont favorables. Ce retour vers la forme filamenteuse est absolu ; jamais le *Graphium*, ni le *Chætomium* ne se sont reproduits directement. Bien plus, que l'on sème l'une quelconque des trois formes, le développement est le même, la culture aussi vigoureuse et les dimensions ne varient pas.

Mais certains milieux sont plus ou moins favorables à chacune de ces formes. Quelle que soit la spore d'origine :

Sur gélose, on n'obtient jamais que la forme filamenteuse.

Aucune ne germe sur gélatine.

En milieux liquides (bouillon, décoction de fumier, etc.), la forme filamenteuse se développe presqu'exclusivement ; les *Graphium* y sont peu nombreux et souvent dissociés, à l'état d'ébauche; les *Chætomium* n'y ont pas dépassé les premiers stades du début.

Dans les liquides acides, les trois sortes de spores germent difficilement et donnent des formes bourgeonnantes stériles, caractère commun à un grand nombre de champignons, et sur lequel il n'y a pas lieu d'insister.

Sur les milieux solides ordinaires, la forme agrégée est vigoureuse ; le *Chætomium* moins abondant y montre souvent des poils très réduits.

Enfin, le milieu le plus favorable au *Graphium* est le bois mort ; pour le *Chætomium*, c'est la paille : sur ces milieux naturels, chacune de ces formes l'emporte sur les autres, mais la forme filamenteuse subsiste toujours, au moins au début de la culture.

CONCLUSION

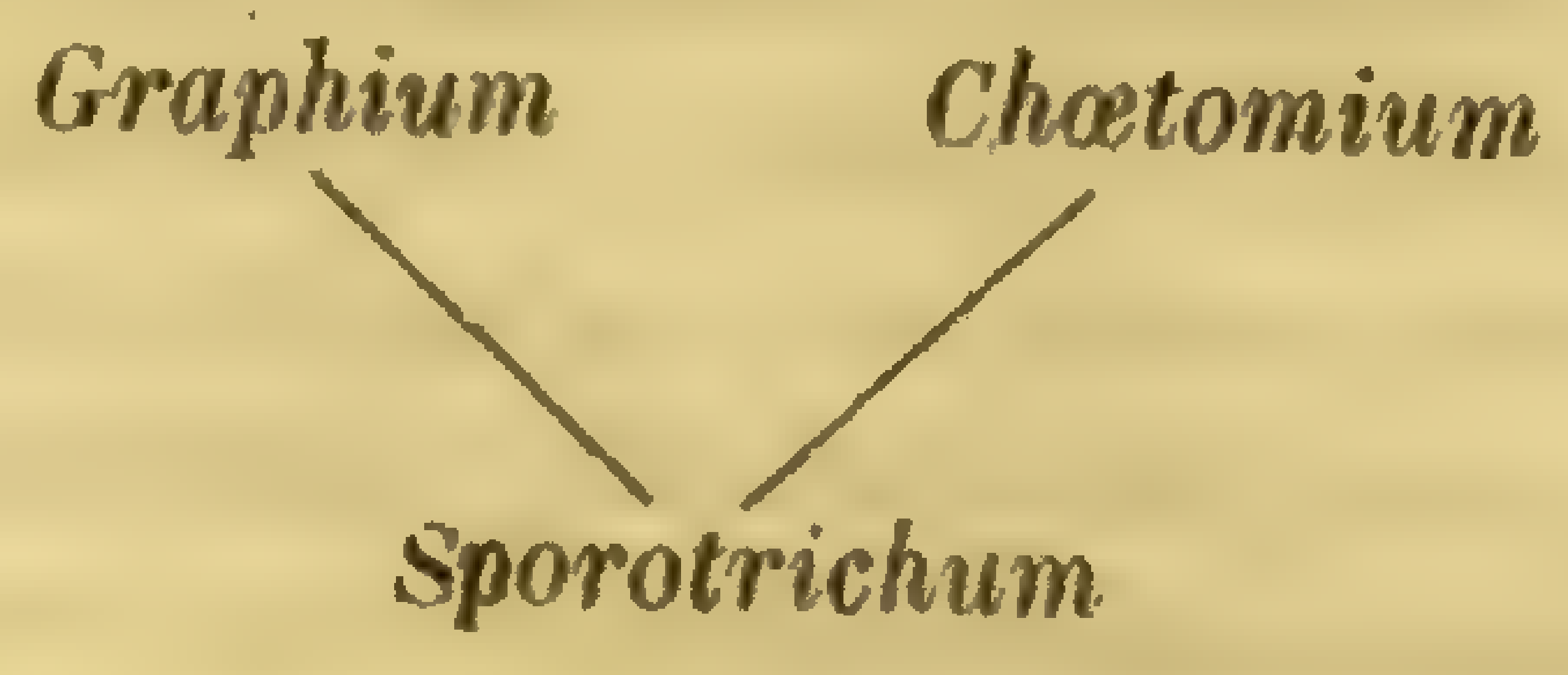
En résumé, j'établis dans cette étude une série de faits nouveaux :

1° Le *Sporotrichum vellereum* (var. *griseum*) peut présenter une forme agrégée : le *Graphium eumorphum* Sacc.

Ce *Graphium* résulte de la coalescence de quelques rameaux sporifères de la forme filamenteuse, qui se sont transformés, tout en gardant les mêmes fructifications. Le champignon, couché primitivement, a donné une forme dressée, agrégée et cutinisée.

2° Le *Sporotrichum* donne naissance à une forme parfaite, qui se trouve être le *Chætomium cuniculorum* Fuck.

3° Les semis, à partir des formes agrégée et parfaite, font toujours retour à la forme filamenteuse ; les deux premières formes n'ont d'autre rapport entre elles que leur origine commune, comme le montre le schéma suivant :



4° Quelle que soit la spore d'origine, l'une des trois formes peut, si certaines conditions sont réalisés, arriver à supplanter les autres.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche 2 (grossissement = 1120)

Fig. 1. — Le *Sporotrichum vellereum* (var. *griseum*), d'après une préparation.

Fig. 2-7. — Formation des spores.

Fig. 8. — Le *Sporotrichum* adulte, observé en cellule.

Planche 3 (grossissement = 1120)

Fig. 9-9'. — Cas anormal dans la formation des spores.

Fig. 10-11-12. — Différents stades de transformation du rameau sporifère du *Sporotrichum*.

Fig. 13. — Naissance, en *a*, d'un *Graphium* rudimentaire sur la forme filamenteuse *s*; *rh*, rhizoïdes (observé en cellule).

Planche 4 (grossissement = 1120)

Fig. 14. — Naissance d'un *Graphium* dissocié sur la forme filamenteuse; *f*, filaments du pied, groupés en trois faisceaux.

Fig. 14'. — Extrémité fertile des filaments de ce *Graphium* dissocié.

Fig. 15. — Tête sporifère d'un jeune *Graphium*.

Fig. 16. — *a*, spore de *Graphium; b*, spore de *Sporotrichum*.

Fig. 17. — Développement du *Chœtomium* sur la forme filamenteuse (observé dans la cellule d'où sont tirées les fig. 13, 14, 14' et 15).

Fig. 18. — Asque jeune et ascospores.

Fig. 19. — Chlamydospore germant.

Planche 5

Fig. 20. — *Graphium* adulte, dépouillé de ses spores, vu en coupe médiane optique. Grossissement = 450.

Fig. 21. — Quelques pieds de *Graphium* (vus à la loupe), dans une culture sur bois. Grossissement = 10.

Fig. 22-22'. — *Graphium* et *Chœtomium*, au début de leur développement sur le *Sporotrichum*, et vus à un faible grossissement.

Fig. 23. — *Chœtomium cuniculorum*, provenant du *Sporotrichum*. Grossissement. = 90.

Fig. 24. — *Chœtomium* anormal, à long col. Grossissement. = 90.

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893 *(Suite)*.

Les nitrates que les plantes empruntent au sol proviennent de la transformation des matières organiques. M. Winogradsky a montré comment, sous l'influence de deux Bactéries spéciales (ferment nitreux et ferment nitrique), l'ammoniaque donne : des nitrites d'abord, puis des nitrates.

Il restait toutefois à étudier la première phase de cette minéralisation de l'azote organique, l'ammonisation. Comment, tout d'abord, se forme l'ammoniaque aux dépens des matières organiques ?

MM. Müntz et Coudon (1) d'une part, M. Marchal (2) de l'autre, se sont presque simultanément occupés de cette question.

C'est exclusivement à des microorganismes qu'il faut attribuer la production d'ammoniaque.

Beaucoup de Champignons et beaucoup de Bactéries jouissent en effet de cette propriété.

M. Marchal l'a constaté en cherchant à déterminer en quels composés se trouve transformée l'albumine attaquée par les moisissures ou les Bactéries.

Dans une première série d'expériences, l'auteur a fait usage de solutions, à 10 pour 100, de blanc d'œuf, sans aucune addition de substances nutritives. Sur ces solutions, bien stérilisées, un certain nombre de moisissures ont été ensemencées ; entre autres, l'*Acrostalagmus cinnabarinus*, différents *Aspergillus*, le *Botrytis cinerea*, le *Cephalothecium roseum*, le *Circinella umbellata*, le *Fusoma alba*, l'*Isaria farinosa*, différents *Mucor*, des *Penicillium*, etc.

Au bout de quinze jours, pendant lesquels la température a été maintenue à 20 degrés, le milieu de culture a été analysé, comparativement avec de l'albumine stérilisée et non ensemencée.

---

(1) Muntz et Coudon : *La fermentation ammoniacale de la terre* (Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences. Fév. 1893).

(2) Em. Marchal : *Sur la production de l'ammoniaque dans le sol par les microbes* (Bulletin de l'Académie royale de Belgique, 1893).

Les résultats ont, en premier lieu, confirmé ce fait, déjà démontré, par Nägeli, que la plupart des moisissures sont capables d'utiliser l'albumine, et de lui emprunter à la fois le carbone et l'azote qui leur sont nécessaires.

Presque toutes les espèces étudiées ont, en effet, présenté, sur le milieu albumineux, un développement très luxuriant. Les espèces qui ne se développent pas, ou qui se développent mal, sont en très faible minorité; comme telles on peut citer : le *Penicillium glaucum*, l'*Aspergillus glaucus*, le *Syncephalastrum elegans*, qui n'ont qu'une croissance excessivement limitée ; et le *Circinella umbellata*, le *Fusoma alba*, les *Mucor spinosus, plumbeus, racemosus,* qui ne produisent que des formes-levûres.

Toutes les espèces qui se développent, et même celles qui ne produisent que des formes-levûres, ont toujours pour effet de transformer l'albumine en ammoniaque. En quinze jours, à 18 degrés, certaines espèces, notamment l'*Aspergillus terricola* et le *Cephalothecium roseum,* ont converti en ammoniaque plus du tiers de l'azote organique mis à leur disposition.

Une transformation du même ordre s'est produite dans toutes les autres séries d'expériences faites par M. Marchal. Cultivé dans le lait, l'*Aspergillus terricola* a provoqué, en vingt jours, à 15 degrés, la formation de 8 grammes d'ammoniaque par litre de caséine. Dans le sérum sanguin, la quantité d'ammoniaque formée, en quinze jours, à 18 degrés, a été par litre de 0 gr. 812 pour l'*Aspergillus terricola,* et de 0 gr. 384 pour le *Botryotrichum piluliferum ;* dans le bouillon peptonisé, en vingt jours, de 1 gr. 356 pour le premier, et de 0 gr. 180 pour le second.

Il est à signaler que, dans aucune des cultures, le sulfate de diphénylamine n'a révélé la présence de nitrates ; ces sels manquent, aussi bien dans le liquide que dans les filaments et dans les spores.

Ainsi beaucoup de moisissures ont la propriété de transformer l'albumine en ammoniaque, mais aucune ne paraît en état de nitrifier cette ammoniaque.

Par une méthode en tous points identique à celle qui vient d'être décrite, M. Marchal a, en second lieu, étudié l'action que peuvent exercer sur l'albumine quelques-unes des Bactéries qu'on rencontre le plus fréquemment dans le sol.

De même que pour les moisissures, beaucoup de Bactéries, mais non toutes, transforment l'albumine en ammoniaque.

Les espèces suivantes, par exemple, présentent avec le liquide de Nesler une réaction ammonicale très intense : *Bacillus arborescens*, *B. coli communis*, *B. figurans*, *B. fluorescens liquefaciens*, *B. mesentericus vulgatus*, *B. mycoïdes*, *B. subtilis*, *B. Termo*, *B. janthinus*, *Micrococcus albicans*, *Proteus vulgaris*, *Sarcina lutea*.

Entre toutes c'est le *Bacillus mycoïdes*, si fréquent dans la terre, qui agit le plus énergiquement. En vingt jours, près de la moitié de l'azote organique mis à sa disposition est passée à l'état d'alcali volatil. Aussi est-ce ce microbe que M. Marchal a choisi pour étudier, d'une façon plus approfondie, les conditions d'action des Bactéries sur les matières albuminoïdes.

De ces recherches il résulte que le dégagement d'ammoniaque, aux dépens de l'albumine, doit être rapproché de la production de soufre, aux dépens d'hydrogène sulfuré, telle que M. Winogradsky l'a indiquée pour les Sulfobactéries.

Sous l'influence du Bacille mycoïde, l'oxygène se porte sur les éléments de l'albumine. Le carbone est transformé en acide carbonique, le soufre en acide sulfurique, une partie de l'hydrogène en eau ; et l'ammoniaque (comme le soufre dans la décomposition de l'hydrogène sulfuré) constitue le résidu final de la réaction.

Les conditions optima, pour l'activité du microbe présentant cette propriété de produire de l'ammoniaque, sont : 1° une température élevée, voisine de 30 degrés ; 2° une aération complète ; 3° une légère alcalinité du milieu ; 4° une faible concentration des solutions albumineuses.

Le Bacille mycoïde s'est montré apte à transformer en ammoniaque, non-seulement l'albumine de l'œuf, mais encore la caséine, la fibrine, la légumine, le gluten, la myosine, la sérine et les peptones. La créatine, la leucine, la tyrosine et l'asparagine subissent les mêmes modifications ; au contraire, l'urée, le nitrate d'urée, ainsi que les sels ammoniacaux, ne sont pas attaqués par le microbe, pour lequel ils ne constituent pas un aliment.

Ainsi la production d'ammoniaque dans la terre arable, qui, d'après les expériences de MM. Muntz et Coudon, ne peut jamais se réaliser sous l'influence de facteurs purement chimiques, peut être due, soit aux moisissures, soit aux Bactéries, puisqu'un certain nombre des unes et des autres sont capables de transformer les substances albuminoïdes en ammoniaque.

Aux espèces de Champignons déjà citées, nous pouvons encore ajouter le *Fusarium Muntzii*, signalé par MM. Müntz et Coudon.

De ces deux catégories d'organismes bien distincts, moisissures et Bactéries, on peut se demander quelle est celle qui joue, dans le phénomène qui nous occupe, le rôle le plus fréquent et le plus important.

M. Marchal pense que c'est tantôt l'une et tantôt l'autre, suivant les différents terrains.

Dans la terre arable livrée à une culture intensive, les moisissures n'existent qu'en qualités relativement faibles, en raison de la réaction alcaline du milieu et de l'absence de grandes quantités de matières organiques. L'action des Bactéries doit être alors prédominante.

Au contraire, dans les sols ulmeux, acides, riches en matières organiques, dans l'humus des forêts, dans certains terreaux, on rencontre des mycéliums nombreux de moisissures. Il n'est guère douteux que dans ce cas, ce sont ces Champignons surtout qui interviennent activement dans la première phase de la minéralisation de l'azote organique, c'est-à-dire dans l'*ammonisation*.

Nous avons déjà rappelé que les deux phases suivantes, si bien étudiées par M. Winogradsky, sont d'abord la *nitrosation* ou transformation de l'ammoniaque en nitrites, puis, finalement, la *nitratation*, ou transformation des nitrites en nitrates.

On voit que, tandis que les deux derniers phénomènes ne peuvent être produits que par des agents tout à fait spéciaux (le ferment nitreux et le ferment nitrique), le premier, au contraire, c'est-à-dire la formation d'ammoniaque aux dépens des matières organiques, peut résulter de l'activité d'un grand nombre de microorganismes. La fermentation ammoniacale est, en d'autres termes, une fonction banale.

Parmi les substances nécessaires que la plante puise dans le sol, en même temps que les nitrates qui proviennent de la minéralisation des matières organiques, il faut, au premier rang, placer les phosphates.

L'acide phosphorique que ces derniers introduisent dans la cellule y est utilisé de plusieurs manières. Nous savons déjà que, d'après M. Lœw, sa présence est une condition indispensable du verdissement.

M. Lœw (1) lui attribue encore une part essentielle dans la formation de la nucléine. L'acide phosphorique, en effet, se dirige toujours vers les parties de la plante où les noyaux et les cellules se multiplient ; et il s'accumule dans les régions qui doivent devenir plus tard le siège d'un accroissement rapide et d'une grande division cellulaire, dans les graines, par exemple.

Il semble jouer un rôle non moins important sous forme de lécithine, corps qui sert à faciliter la combustion des graisses, grâce à sa gonflabilité et à sa faible perméabilité. Les acides gras sont, en effet, eux-mêmes insolubles, et les savons solubles sont vénéneux, même à très faible dose.

Pour déterminer s'il existe encore des actions d'un autre ordre, exercées par l'acide phosphorique sur les cellules végétales, M. Lœw a établi des cultures de Spirogyres, les unes dans des solutions privées de phosphates, les autres dans des solutions contenant du phosphate monopotassique.

Le poids sec des dernières cultures était, au bout de deux mois, presque le double du poids des Algues élevées sans acide phosphorique, bien que celles-ci eussent également augmenté de poids.

Les Algues pourvues de l'aliment complet avaient des cellules beaucoup plus longues que les autres, qui, par contre, renfermaient beaucoup plus de corps gras et d'albumine active, et même également, plus d'amidon.

---

(1) Loew : *Ueber die physiologischen Functionen der Phosphorsäure* (Biologischen Centralblatt, 1891). — *Ueber den Einfluss der Phosphorsäure auf die Chlorophyllbildung* (Botanischen Centralblatt, 1891).

Quand, donc, on donne à la plante de l'acide phosphorique, on rend possible la nutrition du noyau, on facilite et on accélère l'accroissement et la division des cellules. Les Spirogyres, par exemple, peuvent vivre et former de l'amidon sans phosphates, mais leur développement et leur multiplication sont très affaiblis.

(*A suivre*). HENRI JUMELLE.

REVUE DES TRAVAUX

PUBLIÉS

SUR LES CHAMPIGNONS

PENDANT LES ANNÉES 1891 A 1893 *(Suite).*

V. *Chytridinées.* — Les travaux sur les Chytridinées ont été plus nombreux. M. DE LAGERHEIM (1) a décrit un genre nouveau de ce groupe, le *Mastigochytrium* qui est allié aux *Rhizophidium*; il vit en parasite sur le *Saccardia Durantæ.* Le *Rhodochytrium*, qui est voisin des *Phyllobium*. est un terme de passage des Algues aux Chytridinées.

M. WILDMANN (2) décrit plusieurs espèces nouvelles du groupe qui nous occupe : l'une, le *Rhizophidium globosum*, est marine, elle forme ses sporanges dans les *Melosira*; l'autre est le *Lagenidium ellipticum.* Une partie du travail est consacrée à la description des parasites des racines des Phanérogames. Signalons l'*Olpidium Borzi* dont les racines de *Brassica* et de *Capsella*, à zoosporanges elliptiques, présentent un ou deux tubes de sortie pour les zoosporanges. L'*Asterocystis radicis* (nouv. genre) a été observé à l'état de kystes dans les cellules épidermiques des racines des Graminées, Crucifères, Plantaginées, Véroniques, etc. Le *Pleotrachelus radicis*, semblable à celui qui attaque les *Pilobolus*, se trouve dans les racines de *Thlaspi arvense.* Plusieurs remarques intéressantes sont également à signaler sur l'*Olpidium Brassicæ* et le *Rhizomyces hypogosa.*

Dans une autre note (3), le même auteur a étudié plusieurs *Lagenidium* se développant sur les Spirogyres (*Lagenidium Rabenhorstii, entophytum*), sur les *Closterium acerosum* (*Ancylistes Closterii, Lagenidium Zopfii* n. sp.). Il a décrit également les déformations produites dans les filaments de *Zygogonium* par l'attaque du *Micromyces Zygogonii*, qu'il regarde comme allié aux *Synchytrium.*

---

(1) De Lagerheim : *Mastigochytrium, ein neue Gattung der Chytridiaceen* (Hedwigia, 1892, p. 185), *Rhodochytrium nov. gen.* (Bot. Zeit, 1893, p 43-52)

(2) Wildmann : *Notes myc.* (Ann. de la Soc. belg. de microsc. XVII, 1893, p. 1-30, 3 pl.)

(3 (Id. 1890, p. 134 et 1891, p. 169-77, 2 fig., 1892, p. 178.)

M. Zopf (1) a étudié un petit parasite qui s'observe dans les cultures de *Pilobolus* et qui change en galles les ébauches de sporanges qui se montrent comme des tubercules jaunâtres qui peuvent atteindre la grosseur d'une graine de Pavot. Dans ces tubercules naissent de nombreux zoosporanges. Le parasite est le même que celui qui a été décrit primitivement sur le *Pilobolus cristallinus* comme *Plestrachelus fulgens*. Les zygospores du *Pilobolus* se sont montrées seulement dans les cultures atteintes par ce parasite. L'auteur en conclut que l'atrophie des sporanges amène la formation des zygospores. La zygospore du *Pilobolus Kleinii* ne se distingue par rien de bien sensible de celle du *P. cristallinus*.

Il n'est pas rare que le parasite soit attaqué par un autre *Endobiella destruens* qui forme zoospores et kystes et qui d'ailleurs apparaît directement sur le *Pilobolus*.

M. Dangeard (2) a décrit divers parasites d'Algues : *Olpidium aggregatum* n. sp. sur Cladophore, *Chytridium mamillatum* sur Draparnaldie, *C. asymetricum* sur Conferve, *Rhizidium sphaerocarpum* sur Zygnema, *Micromyces Zygogonii* sur Zygogonium, qui se rattache aux Synchitriées.

On doit au même auteur (3) une note sur la délimitation des genres *Chytridium* et *Rhizidium*. On a modifié, à tort suivant lui, la définition du genre *Chytridium*, qui se distingue du genre *Rhizidium* par l'absence de renflement basilaire constituant une cellule nourricière, de laquelle se détachent des filaments nourriciers. D'après lui, le genre *Chytridium* devrait se diviser en trois sections : 1re section, sporanges à plusieurs filaments nourriciers partant des différents points de la surface (*Rhizidium Braunii*) ; 2e section, sporanges à un seul filament nourricier qui sert de base (*Rhizophyton agile* Zopf, *R. gibbosum* Zopf, *Septocarpus* Zopf, *Harpochitrium Hyalothecae* probablement *Achlyella Flahaultii*) ; 3e section, plusieurs ouvertures au sporange, filaments nourriciers simples ou ramifiés.

M. Gill (4) a observé sur le *Pleurostigma attenuatum* un parasite qui ressemble à l'*Ectrogella* de Zopf, mais qui a un col et qui se rapproche de l'*Olpidiopsis* à un tube, trouvé par M. Cornu sur les Diatomées.

M. Chmielewskij (5) a observé des corps étoilés dans les cellules des Spirogyres qu'il attribue au *Micromyces Spirogyrae*. Quand on met à germer ces kystes dans des gouttes suspendues, le contenu s'échappe et forme un corps arrondi avec une membrane délicate. Il se divise en cellules anguleuses qui sont des zoosporanges, mais les zoospores n'ont pas été observées.

---

(1) Zopf : *Beitr. zur Morphol. und Phys. der niederer Organismen.*

(2) Dangeard : *Mém. sur qq. mal. d'Algues et d'animaux* (Le Botaniste, 1891, p. 231, 4 pl.).

(3) Id. *Note sur la délimit. des genres Chytridium et Rhizidium* (Rev. myc., XIII, p. 134).

(4) Gill : *On a endophytic Paras. of Diat.* (J. of micr. Soc., 1893, p. 1-4).

(5) Chmielewskij (Bot. Centralbl. 1893, LIV, p. 262).

M. Thomas (1) a trouvé le *Synchytrium alpinum* sur différents points du Tyrol à St-Beatenberg (près Interlaken); le *Synchytrium cupulatum* sur le *Dryas octopetala* (Tyrol et Oberland Bernois), le *Synchytrium aureum* sur *Leontodon hastilis* à Arose.

D'après M. Gobi (2) l'*Harpochytrium* décrit par M. de Lagerheim est identique à ce qu'il a décrit sous le nom de *Fulminaria mycophila*. Il n'habite pas seulement la membrane gélatineuse des *Hyalothece*. Les zoospores à un cil présentent des mouvements très rapides, elles pénètrent dans la gaine d'une Algue, viennent au repos le cil une fois derdu. Quant au sporange, il est souvent droit et par exception arqué : ce caractère n'a donc pas la constance que lui attribue M. de Lagerheim.

VI. *Monadinées.* — M. de Bruyne (3) a fait un travail important et étendu sur les Monadinées et Chytridinées parasites des Algues du golfe de Naples. Dans les cellules du *Cladophora gracilis* il a trouvé le *Pseudospora Benedeni* n. sp. et plus rarement le *P. edax*. Pour le premier il a vu quatre états : zoospores, amibes, kystes engendrant des zoospores et très rarement des sporocystes; pour le deuxième, il a pu observer le même développement en exceptant les sporocystes. Les zoospores et amibes de la première espèce détruisent les chromatophores de l'Algue et la deuxième les grains d'amidon. Les amibes manquent de pseudopode des autres *Pseudospora*, ils ne se fusionnent pas en plasmode. — Le *Gymnococcus Cladophorae* n. sp. attaque surtout l'extrémité des filaments de l'Algue et produit : zoospores, amibes, plasmodes, zoocystes ; les kystes n'ont pas été observés. Le *G. Gomphonemarum* produit dans l'intérieur des cellules de Diatomées le cycle suivant : zoospores, amibes, zoocystes, les amibes se fusionnent en un plasmode. Le *G. Bryopsidis* possède des amibes qui forment chacun un zoocyste qui au bout de 24 heures donne des zoospores, puis plus tard des amibes. Le *G. Licmophorae* présente zoospores, amibes, kystes, les deux premiers états présentant une vacuole contractile très grosse. L'*Ectobiella Plateaui* n. g. n. sp. a des zoospores piriformes à deux cils; ces zoospores se fixent sur *Licmophora*, donnent des amibes qui envoient un fin pseudopode dans la cellule de la Diatomée, aspirent l'endochrome et restent un certain temps sur la Diatomée, puis forment un zoocyste. Ce genre est surtout fondé sur le mode exceptionnel de nutrition. L'*Aphelidium lacerans* possède des zoospores à un cil au nombre d'une dans les cellules d'*Ulva Lactuca*, puis donnent des amibes qui achèvent d'absorber la substance nutritive, remplissent la cellule, passent à l'état de repos et se partagent plus tard en zoospores.

---

(1) Thomas : *Neue Fundorte alpine Synchytrien* (K. K. Zool. bot. Ges. oct. 1892).

(2) Gobi : *Sur l'Harpochytrium Hyalothecæ* (Trav. de la Soc. des nat. de St-Pétersb., 1891, p. 15).

(3) De Bruyne : *Monad. et Chyt. paras. d'Alg. du Golfe de Naples* (Arch. de Biol. X, Gand, 1890, p. 43-104, 3 pl.).

Parmi les *Monadinées azoosporées*, l'auteur étudie le *Leptophrys villosa* n. sp. rosé, se nourrissant de Diatomées ; il n'y a ni plasmode, ni zoospores. Le *Vampyrella incolor*, semblable au *V. pedata* Klein, perfore les membranes de *Valonia, Derbesia, Cladophora* à l'aide d'un épais pseudopode.

L'auteur a également étudié une Chytridinée : l'*Olpidium Bryopsidis*. Un appendice contient une étude sur un *Pseudamphimonas*, un *Vampyrella*, un *Chytridium*.

M. Hartog (1) a découvert un *Pseudospora* dans les Saprolégniées : il a vu zoospores à 1-3 flagelles et zoocystes dans des *Leptomitus, Saprolegnia, Achlya*.

D'après M. Dangeard (2), le genre *Polysporella* n'a pas de fondement. En réalité, ce serait un *Pseudospora Nitellarum* envahi par un *Nuclearia simplex*.

MYXOMYCÈTES.

L'étude des Myxomycètes est restée jusque dans ces dernières années difficile pour les débutants parce qu'il leur manquait des ouvrages écrits en une langue facilement accessible à la plupart des peuples de l'Europe. Grâce aux publications de M. Schrœter dans la flore de Silésie, de M. Berlèse dans le Sylloge fungorum de M. Saccardo, cet état de choses s'était un peu modifié dans ces derniers temps. M. Massee (3), à la suite de ces deux auteurs, a cherché à rendre plus accessible encore la connaissance de ces êtres intéressants : douze planches en couleurs annexées à son ouvrage lui permettent de représenter d'une manière plus frappante les champignons qu'il étudie. Il est regrettable que l'écrivain anglais n'ait pas complété son œuvre de vulgarisation en ajoutant à son travail des tableaux synoptiques permettant la détermination rapide des espèces. Le lecteur se trouve en présence de diagnoses souvent très longues et il ne lui est pas toujours facile de trouver les caractères les plus importants pour une détermination. On doit cependant féliciter l'auteur de la tâche qu'il a entreprise, car son livre est appelé à rendre de véritables services.

Le problème de la distinction des espèces dans le groupe qui nous occupe est d'ailleurs souvent particulièrement difficile. Les caractères décrits jusqu'ici ne sont pas toujours constants et il est souvent utile d'en chercher de nouveaux. C'est ce que M. Scherffel (1) a fait pour plusieurs espèces du genre *Trichia* (*chrysosperma*, *affinis*, *scabra*, *Jackii*) pour lesquelles il a indiqué des critères distinctifs tirés du capillitium et des spores.

---

(1) Hartog : *A Monadinae parasitic on Saprolegnia* (Ann. of Botany, IV, 1890, p. 337-345, 1 pl.).

(2) Dangeard : *Le Polysporella Kuntzingii*. Zopf. (Le Botaniste, 3ᵉ série, p. 209).

(3) Massee : *A monograph of the Myxogastres*, 367 p. avec 12 pl. en couleurs, Londres.

La physiologie des Myxomycètes a été l'objet des recherches de M. Celakowsky (2). Il a expérimenté sur le *Chondrioderma difforme*, sur le *Didymium microcarpum* qu'il cultivait sur des tiges sèches de Fève, et sur le *Fuligo varians*. Il a fait pénétrer dans le plasmode de ces Myxomycètes des substances vivantes telles que des Protozoaires, des Algues, des Champignons, des poils d'étamines de *Tradescantia*, etc. ; il a constaté qu'un séjour prolongé de plusieurs heures ou même de quelques jours ne portait pas préjudice à l'activité vitale des êtres ainsi introduits : il a pu observer dans ces conditions les mouvements protoplasmiques dans les poils de *Tradescantia*, la digestion de l'amidon dans les Algues et la division à l'intérieur des kystes de *Colpoda*.

Si les cellules introduites dans le plasmode sont nues, le mouvement cesse, l'être sort dans le plasma ou dans les vacuoles.

Si l'on fait arriver un petit plasmode dans un gros et s'ils appartiennent à des espèces différentes, ils ne se mélangent pas.

Si l'on opère sur des Bactéries, on voit le Myxomycète se comporter de deux façons distinctes suivant qu'il s'agit d'être vivants ou morts, dans ce dernier cas les Bactéries sont digérées.

L'auteur s'est aussi occupé de la digestion de l'albumine par le plasmode, il a vu que de petits fragments de cette substance, après formation de vacuoles, étaient dissous complètement. La présence de Bactéries peut accélérer ce phénomène, mais le plasmode est certainement actif sans elles.

L'étude la division du noyau des Myxomycètes a fait l'objet des travaux de M. Lister (3) : quand le myxamibe se divise, le noyau se divise également par karyokinèse. Quand plusieurs amibes se fusionnent entre eux pour former un plasmode, les noyaux restent distincts. Quand le plasmode est constitué les noyaux paraissent augmenter en nombre par division ; enfin, quand les spores se forment, les phénomènes karyokinétiques se montrent encore.

A côté de ces recherches sur la physiologie et la constitution intime des Myxomycètes, nous devons signaler la découverte de plusieurs genres nouveaux ou de groupes mal définis.

---

(1) Scherffel : *Zur Kenntniss einiger Arten der Gattung Trichia* (Ber. d. deutschen bot. Gesellsch. 1892, p. 212).

(2) Celakowsky : *Ueber die Aufnahme lebender and todter verdaublicher Körper in die Plasmodien der Myxomyceten.* (Flora, 1892, p. 182-244).

(3) Lister : *Division of Nuclei in the Mycetozoa* (J. of. Linn. Soc. Bot. XXIX, 1893, p. 529-543, 2 pl.)

M. Zukal (1) a trouvé en parasite sur le thalle du *Physcia pulverulenta* et du *Xanthoria parietina*, l'*Hymenobolus parasiticus*, type d'un genre nouveau appartenant aux Périchénacées. Il ronge le thalle du Lichen à la surface duquel ses spores germent et donnent un plasmode rouge ; il peut d'ailleurs vivre aussi en saprophyte. L'auteur a observé dans le développement de ce champignon des microkystes et des macrokystes.

M. Rex (2) a trouvé un genre nouveau *Dianema* qu'il regarde comme seul représentant d'une famille qui doit être placée entre les Périchenacées et les Calonémées. Les sporanges sont simples ou en plasmodiocarpes, avec une membrane sans calcaire ; le capillitium est composé de filaments sans épaississements caractéristiques qui traversent complètement le sporange, attachés à la base et à la paroi opposée ; ils ne sont pas disposés en réseau.

M. Zopf (3) a repris l'étude du groupe des Labyrinthulées qui, depuis les travaux de Cienkowski (anciens de 25 ans), n'avait pas été étudié. L'auteur a eu l'occasion de rencontrer le *Labyrinthula macrocystis* et une espèce nouvelle le *L. Cienkowskii*, ce qui l'a amené a reprendre l'étude de ces êtres sur lesquels on ne possédait jusqu'ici que des données insuffisantes. Ils vivent en saprophytes ou en parasites sur des Vaucheries, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de l'Algue, et on les voit fréquemment pénétrer ou sortir de l'hôte. A l'état végétatif, ils sont formés d'amibes pourvues de pseudopodes ; ces derniers s'accroissent lentement, peuvent se rétrécir, s'attacher à une autre cellule semblable ; ils peuvent également perforer la paroi des cellules d'Algues ; on voit souvent ces amibes se tirer alors les uns les autres, placés en file. Le corps de l'amibe présente un plasma incolore, granuleux, avec un noyau facilement visible, souvent une vacuole ; sa forme est variable, souvent fusiforme, quelquefois cylindrique. Ces êtres peuvent se diviser en deux par étirement et étranglement des filaments plasmiques qui restent quelquefois réunis. Quand la fructification va se produire, les pseudopodes se raccourcissent, de sorte qu'il y a une agglomération plus ou moins épaisse de cellules : ceci se produit aussi bien à l'état libre qu'à l'intérieur d'un hôte. Les amibes deviennent immobiles, s'entourent d'une membrane et deviennent spores. Les spores accumulées les unes à côté des autres ne sont pas enveloppées dans un sporange. Le développement qui vient d'être décrit montre d'une façon assez claire les affinités de ces Labyrinthulées avec les Myxomycètes agrégés, tels que les Acrasiées, en particulier les *Acrasis* ou les *Dictyostelium*. On doit rattacher aux Labyrinthulées les *Diplophrys*.

---

(1) Zukal : *Ueber zwei neue Myxomyceten* (Œsterr. bot. Zeits. 1893, p. 73 à 77, 133 à 137, 7 pl.)

(2) Rex : (Proceed. Acad. nat. Philadelph. 1890, p. 192.)

(3) Zopf : *Zur Kenntniss der Labyrinthalen, einer Familie der Mycetozoen* Beiträge zur Physiologie und Morphologie niederer Organismen, II, p. 36-48, 2 pl. Leipzig, 1892).

Le préjudice que le parasite cause à l'Algue est considérable; les noyaux de cette dernière se dissolvent, les grains de chlorophylle s'agglomèrent, le pigment vert est détruit, le protoplasma se contracte.

La distribution géographique des Myxomycètes commence à être également l'objet de recherches nombreuses.

En Russie, Alexandovicz avait trouvé 51 espèces aux environs de Varsovie, Twardowska 45 dans le gouvernement de Wilna, Ziliakow 38 à Kazan; à ces trois listes, M. Rothert(1) ajoute 45 espèces observées par lui aux environs de Riga. Le substratum et le degré de fréquence sont indiqués. Ces champignons plus que tous les autres dépendent de l'état hygrométrique : si l'été est trop sec ils disparaissent complètement, un excès d'humidité leur est également défavorable. Certaines espèces présentent une très grande variabilité (*Didymium farinaceum*, *Aveyria* (*vernicosa*, etc.). L'ouvrage contient également une table de toutes les espèces trouvées en Russie. Ce qui frappe, quand on l'examine, c'est la diminution des Myxomycètes du groupe des *Calcarées* vers l'est. Ce groupe comprend 53 o/o de Myxomycètes de Rostafinski à Varsovie, on n'en observe plus que 41 o/o à Riga, 29 o/o à Kazan, 21 o/o à Wilma.

M. Blytt(2) s'est livré à un travail analogue pour la Norwège; il a trouvé 70 espèces appartenant à 29 genres; plusieurs d'entre elles appartenant aux *Physarum*, *Comatricha* et *Perichaena* sont nouvelles.

M. M. Bride Thomas(3) a exploré à ce point de vue la vallée du Mississipi. Il a relevé 66 espèces qui se développent surtout dans les bois. Il a rencontré dans les prairies le *Physarum cinereum* et, sur les tiges de *Calamagrostis*, le *Physarum contextum*. Il signale une espèce nouvelle, le *Trichia Jowensis*.

M. Saunders (4) a trouvé 53 espèces, parmi lesquelles se trouve le *Chondrioderma testaceum* qui est nouveau pour l'Angleterre ; il a rencontré comme espèces rares, le *Physarum calidris*, *Badhamia rubiginosa* et *Reticularia Rozeana*.

M. Morgan (5) a trouvé un certain nombre de Myxomycètes dans l'Ohio, parmi lesquels se trouve un genre nouveau *Calonema*, appartenant aux Trichiacées.

---

(1) Rothert : *Ueber die bei Riga gefundenen Myxomyceten* (Scripta botanica Horti Univers. Petropolitanae, 1890, 13 p.; en russe, résumé allemand).

(2) Blytt : Myxomyceter fra Norge. Bidrag til Kunds Kaben om Norges (Christiana, Videnskabs — Selskabs Forhandlinger, 1892, 13 p.).

(3) Bride Thomas : *The Myxomycetes of eastern Jowa*. (Bull. from. the Laboratorium of natural hist. of the state Univers of Jowa. II, 1892, p. 99-161, pl. IV-X).

(4) Saunders : *The Mycetozoa of south Beds and North Herts* (J. of. Bot. 1892, p. 10).

(5) Morgan : *New Myxomycetes* (Journ. Cincinnati Soc. Nat. Hist. XVI, 1893, p. 13-36, 1 pl.)

Signalons enfin les Myxomycètes de la Bohême qui ont été étudiés par M. Celakowsky (1).

Nous terminerons cette révision en signalant un certain nombre de notes contenant la description d'espèces nouvelles ou critiques de M. Lister (2), de M. Zukal (3), de M. Rex (4), de M. Hariot (5) et de M. Niel (6) et un opuscule sur la méthode de récolter et de conserver les Myxomycètes de M. Cook (7).

Addition aux Ascomycètes :

Ajoutons aux travaux sur les Ascomycètes le travail de M. Matruchot (8) sur la culture pure d'Ascomycètes sur milieux nutritifs artificiels. Le *Melanospora parasitica* a été cultivé à l'état *isolé*. Jusqu'ici cet Ascomycète était signalé comme vivant en parasite sur les Mucédinées (*Isaria farmosa*, etc.), son parasitisme n'est donc pas nécessaire. Le *Bulgaria sarcoides* peut être cultivé d'une façon pure sur différents milieux ; on n'observe qu'un seul organe reproducteur, la conidie en bâtonnets incurvés. L'état des cultures différemment âgées permet de reconnaître trois états successifs de développement : état mucédinien, état isarien, *état charnu* : la plante a dans ce dernier cas l'aspect qu'on observe dans la nature et qui avait été seul signalé jusqu'à ce jour. Enfin M. Matruchot a étudié une variété de *Nectria Pezizae* dont la forme conidienne est voisine des *Acrostalagmus* et des *Cephalosporium*.

Géographie Mycologique

L'étude de la distribution géographique des champignons est encore très peu avancée. Les travaux commencent cependant à se multiplier beaucoup dans cette branche de la science.

L'examen des facteurs extérieurs qui interviennent dans cette répartition n'a pas encore été tenté. Quelques auteurs cependant commencent à se préoccuper de ces questions. M. Ferry (9) a recherché quelle était l'influence de la nature du sol sur l'apparition de diverses espèces de champignons Il s'est appuyé pour cette étude non sur l'analyse du sol, mais sur la présence de plantes phanerogames réputées silicicoles ou calcicoles. Il range parmi les plantes silicicoles : *Amanita porphyria, mappa, vaginata ; Clitocybe clavipes ; Lactarius turpis*, etc., parmi les espèces calcicoles : *Amanita ovoidea, solitaria, Lepiota cristata, aspera*, etc. Les Cortinaires de la section des *scauri* sont presque tous calcicoles. Il y a d'ailleurs des variations pour certaines espèces : l'Oronge qui, en Provence, se développe sur la silice, affectionne le calcaire aux environs de Paris.

---

(1) Celakowsky : *Die Myxomycètes Böhmens.* (Arch. d. naturw. Landes chf. von. Bohmen, VII, 1893, 5 pl.)

(2) Lister : *Notes on Mycetozoa* (J. of Bot. XXIX, p. 257-268, 5 pl.)

(3) Loc. cit.

(4) Rex : *Developp. of Myxomyc. and new species* (Bot. Gaz. XV, 1890, p.315). *Lindbladia* (id. XVII, 1892, p. 201).

(5) Hariot : *Stemomites dictyospora* (Journal de Botanique, V, p. 356.)

(6) Niel : *Remarques à propos des Tubulina fragiformis et cylindrica* (B de la Soc. myc. VII, 1891, p 98).

(7) Cook O. F.: *Methods of collecting and preserving Myxomycetes* (Bot. Gaz. VII, p. 263).

(8) Matruchot (B. de la Soc. myc., 1892).

(9) Ferry. *Esp. silicicoles et calcicoles* (Rev. myc, 1892, p. 147-155)

Il y aurait aussi à tenir compte, bien que l'auteur n'en parle pas, de l'influence des arbres qui peuvent constituer une forêt. Il cite cependant ce fait que la Truffe, qui est ordinairement calcicole, peut devenir silicicole lorsqu'elle pousse sur les Châtaigniers. On sait en outre que, lorsqu'une forêt de conifères a été plantée dans une région, la flore mycologique s'en trouve profondément changée et que l'introduction d'une essence nouvelle d'arbres dans une forêt y fait apparaître des espèces nouvelles.

Il y a bien souvent un lien intime entre la flore phanérogamique et la flore cryptogamique. M. von Tavel (1) a étudié cette question. MM. Stebler et Schroeter ont divisé les prairies de la Suisse en un certain nombre de types. M. von Tavel a montré que dans les prairies à Graminées poilues prédominent les *Uromyces Pisi* et *striatus* ; dans les prairies à *Monilia* on trouve en plus du *Puccinia Moliniae*, le *Melampsora repentis, Puccinia dioica*, etc.

Nous ne pouvons pas, dans les quelques pages qui nous sont réservées pour cette partie de notre revue, faire une analyse qui serait forcément longue, des très nombreux mémoires sur les fleurs locales des différentes parties du globe. Nous nous contenterons de dresser un catalogue des mémoires publiés sur la flore des différents pays d'Europe et des autres parties du monde que pourront consulter ceux qui voudront étudier la question.

France :

Signalons d'abord un certain nombre de catalogues : Gillot et Lucand (*Catalogue raisonné des champignons supérieurs (Hyménomycètes) des environs d'Autun et du département de Saône-et-Loire*, 1891, 482 pages), contenant 900 espèces ; ce travail très soigné a mérité à ses auteurs un encouragement de l'Académie des sciences, six planches en couleurs accompagnent le texte représentant des espèces rares comme *Armillaria pleurotoides, Clitocybe diatreta*, etc.

Flageolet. *Contribution à la flore myc. du dép. de Saône-et-Loire*

---

(1) Van Tavel : *Bemerk. über den Wirthswechvel der Rostpilze*. (Ber. d. schweizer Bot. Gesells. III, 1893, p. 97.

(B. de la Soc. d'hist. nat. d'Autun, avec le concours de MM. Delacroix et Brunaud). — GODFRIN. *Contribut. à la flore myc. des environs de Nancy* (Bull. de la Soc. myc. 1891, p. 124-140). 1^re^ liste 202 espèces. 2^e^ liste. — BRIARD. *Suppl. au catalog. de la fl. crypt. de l'Aube* (148 p.) 467 espèces non encore indiquées dans le département; plusieurs de ces espèces ont été étudiées par M. Hart. — ARNOULD. *Liste des champ. récoltés en Picardie, 1890-92*. (B. Soc. myc., 1893, p. 98). 328 espèces d'Hyménomycètes, 12 Gastéromycètes. 46 Ascomycètes. — FERRY. *Quelq. exc. myc. dans la Montagne noire, les Pyr., les Alpes et les env. de Toulouse.* (Rev. myc. XIV, p. 79-91). — GUILLEMOT. *Champignons observés aux environs de Cherbourg* (Bull. de la Soc. sc. nat. de l'ouest, t. III, 1893). *Champignons des environs de Toulon* (Bull. Soc. myc. 1893, p. 19.). — DANIEL. *Les Champignons de la Mayenne* (2 brochures). — LE BRETON. *C. R. de la sess. extr. de la Soc. myc. à Rouen en 1891*. (15-20 oct.). (B. Soc. myc., 1891). Le *Queletia* a été rencontré dans cette session. — BRUNAUD. Miscellanées mycologiques, 1891 (Act. de la Soc. Linnéenne de Bord., XLIV, p. 211). Nombreuses espèces nouvelles de *Phyllosticta, Phoma, Septoria, Fusidium*, etc. Myxomycètes, Saccharomycètes, Schézomycètes (Soc. Linn., XLIII, 1890. Bull. de la Soc. sc. nat. de l'Ouest, III, 1893). — QUÉLET. *Desc. des champ. nouv. les plus remarq. représ. dans les aq. de L. Broudeau.* (Rev. myc. 1892, p. 64). Voir les planches inédites. (R. myc. 1892, p. 163). — OLIVIER. *Le Battarea phalloides* (Soc. myc. 1892). (Bull. de l'herb. Boissier, 1893, p. 95). Découverte à Moulins (Allier) de cette espèce intéressante qui n'a été jusqu'ici signalée qu'en Angleterre et en Italie. — ROLLAND. *Quelq. champ. nouv. du golfe Juan* (B. Soc. myc., VII, 1891, p. 211). *Calosphaeria, Amphisphaeria, Gibberella, Mollisia, Glœosporium, Stictes.* — ROLLAND. *Exc. myc. dans les Pyr. et les Alp. marit.* (Bull. Soc. myc., 1891, p. 84). Excursion à Cauterets. *Ceratostoma Phaenicis, Tricholoma saponaceum v. lavadena, Omphalia bibule v. atricolor, Blitrydium cerastiae.* — BARLA. *Les champignons des Alpes-Maritimes* (Ouvrage considérable qui comprend actuellement les Amanites, Lépiotes, Armillaires, Tricholomes, Clitocybés).

Belgique :

BOMMER et ROUSSEAU. *Contrib. à la flore myc. de la Belgique* (B. de la Soc. roy. de bot. de Belg., XXIX, 1890, p. 3-100 ; p. 205-302). Travail très important, complément à la « florule mycologique des environs de Bruxelles ». Les auteurs y relèvent les champignons du bord de la mer du Nord, des environs d'Ostende, des Ardennes. Ascomycètes (surtout Pyrénomycètes, et imparfaits). Genres nouveaux : *Marchaliella, Chitonospora, Poammina*. Le *Polyporus umbellatus* mentionné à terre sur un sclérote de 25 c. — STAES. *Bigdrage tot de Mycologische Flora van Belge* (Bot. Jaarboek nit. g. 2 h. Kruidk. G, Dodoanear, IV, p. 19-25). Urédinés, Ustilaginées.

Hollande :

Oudemans. *Révision des champignons tant supérieurs qu'inférieurs trouvés jusqu'à ce jour dans les Pays-Bas*, Vol. I, 638 p. Amsterdam (J. Müller 1893). Ouvrage très important donnant l'histoire des travaux précédents sur la flore des Pays-Bas. Des clés permettent la détermination des espèces. — Oudemans. *Contr. à la flore myc. des Pays-Bas* (Nederl. Kruid. Kundig Archief. V. p. 142, 1 pl.) 96 espèces nouvelles : Basidiomycètes, Urédinées, Ustilaginées, Ascomycètes. — Oudemans. *Micromycètes nouveaux* (Verslagen en Mededeeling der Kon. Akad. v. Wetensch. VII, p. 312-327, 2 pl.) 10 champignons nouveaux trouvés en Hollande. *Ophiobolus*, *Phialea*, *Botrytis*, *Cercospora*, *Stilbuum*, etc. — Oudemans. *Contr. à la flore myc. des Pays-Bas XIV* (Ned. Kruid. Archief VI, 1,) 165 espèces de tous les domaines. — Destrée. *2e et 3e Contr. au Catalogue des champs des env. de La Haye* (Ned. Kruid. Kundig Archief V. p. 625). Urédinées, Ustilaginées, Pyrénomycètes, Hystériacées, 1893.

Allemagne :

Lindau. *Vorstudien zu einer Pilzflora Westfalens* (Jahresb. d. Westfälischen provinz. Vereins f. Wisens., 70 p. 1891). L'auteur a suivi la classification de Brefeld. On trouve dans ce travail des Phycomycètes, Mesomycètes et Mycomycètes (Asco et Basidiomycètes). — Magnus. *Verzeichniss d. am, 15 and 16 juni 1889 bei Tangermünde beob. Pilze.* (Verh. des bot. Ver. der Prov. Brand. XXXI, p. 22-26) 4 Imparfaits, 14 Péronosporées, 14 Urédinées, 5 Ustilaginées, 3 Basidiomycètes, 3 Exoascées, 7 Ascomycètes. — Magnus. *Verzeichniss. der. vom. 11. aug. bis 10 sep. 1891 bei Bad Kissingen, in Bayern, gesammelten meist parasitischen Pilze* (Jahresb. der Bayer bot. Ges. f. Erf. d. heim flora in München, II, 1892). Les espèces sont presque sans exception parasites : *Peronospora*, *Phyllosticta*, *Septoria*, etc. — Hennings, *Beitr. zur Pilzflora von Schleswig-Holstein* (Schrift. d. naturw. Vereins f. Schleswig-Holst. 1892, p. 229-260). Flore du Schleswig-Holstein très peu connue : 6 Myxomycètes, 9 Oomycètes, 2 Protomycètes, 13 Ustilaginées, 69 Urédinées, 2 Auriculariées, 196 Basidiomycètes, 63 Ascomycètes, 29 Imparfaits ; 32 champignons de l'île de Sylt. — Magnus. *Verz. der am. 15 mai bis 1 juni 1890 bei Freienwalde beob. Pilze* (Verh. bot. ver. d. Prov. Brand. 1890, p. 13-16). — Bresadola. *Femgi aliquot saxonici novi lecti a cl. w. Krieger* (Hedw. 1892, p. 40-41). — Ludwig. *Bericht über neue und wichtigere Beobachtungen aus den Jahre 1890. Flora von Deutschland.* Pilze. (B. d. deutsch. bot. Gesells. 1891). — Hennings. *Bericht über meine vom 31 Aug. bis zeun 17 sept. 1890 ausgeführte Kryptog. Forschungreise im Kreise Schwetz* (Schrift d. naturf. Ges. in Danzig, 1892, p. 59). — Magnus. *Verz. der bei Schwedt a. O. 11-12 juni 1892, beob. Pilze* (Verh. d. bot. Ver. d. Prov. Brand. 1892, p. XVII). — Allescher. *Verz. in Sudbayern beob. Pilze* (B. d. Bayer. bot. Gesells.

II. 1893, p. 12). — Britzelmayr. *Hymen. aus Sud Bayern*, VIII, 85 pl. 1891. — Allescher. *Verzeichniss in sud bayern beob. Pilze* (12 Jahresb. d. bot. Ver. in Landshut, 1892). Les Ascomycètes et Basidiomycètes de Bavière ont déjà paru. Il y a ici 38 genres de Sphaeropsidées (267 espèces, 11 nouvelles), 18 genres de Melanconiées (64 espèces, 5 nouvelles), 57 genres d'Hyphomycètes (188 espèces, 15 nouvelles). — Magnus. *Erstes Verzeichn. d. im Kant. Graubünden bek. gew. Pilze* (XXXIV Jahresb. d. naturf. Gesells. Graubündens, 75 p.), 500 espèces provenant de cette localité.

Autriche-Hongrie :

Lallbruckner. *Zur Krypt. flora Ober Oesterreichs* (Oest. bot. Zeits. 1891, p. 160, 192). Surtout des Lichens, quelques Champignons. — Krupa. *Notes myc. sur les env. de Lemberg et les Carpathes* (Rapp. de la miss. physiogr. de Cracovie, XXII). 317 espèces trouvées dans cette région. — Harzslinski. *Dist. geog. des Agaric. de Hongrie* (Acad. des sc. de Hongrie, XXIV, p. 117, 1890). 878 espèces de Basidomycètes. — Baumler. *Beitr. z. Krypt-flora des Presburger comitates* (Verh. d. Ver. f. natur und Heilk. in Presburg, 1890, p. 61 —). 664 champignons appartenant à tous les groupes. — Baumler. *Fungi Schmitzenses* (Verh. d. K. K. Zool. bot. Ges. in Wien, 1888-1890, p. 666-676). — Schwalb. *Mycolog. Beob. aus Böhmen* (Lotos 1892, 1893) Basidiomycètes communs en 1891, avec planches. — Voss. *Mycologia carniolica. Ein Beitr. zur Pilzkunde des Alp. IV.* 302 p. Friedlander, 1892. Champignons inférieurs. — Rimmer. *Algen und Pilze aus der Umgebung von St-Polten* (17 Jarhb. d. n. ö. Landes Lehrer Seminars in St-Polten, 1892, p. 3-22). Contribution à la flore de la Basse-Autriche : 4 Myxomycètes, 8 Phycomycètes, 3 Ustilaginées, 17 Urédinées, 46 Basidiomycètes, etc. — Cobelli. *Contribuzione alla flora micologica della valle Lagarina* (Verhandl. d. K. K. Zool. bot. Gesells, in Wien, 1891, p. 581), supplément de 53 espèces à la flore du Tyrol, déjà étudiée par l'auteur en 1885, ce qui porte à 526 le nombre des espèces connues dans cette région : 445 Hymenomycètes, 18 Gasteromycètes, 49 Discomycètes, 2 Tubéracées, 12 Myxomycètes. — Bresadola. *Fungi Tridentini*, II, fasc. 8 et 9, 1892. 60 champignons du sud du Tyrol, de France et d'Italie, 34 sont d'anciens auteurs, quelques-unes non figurées (*Hygrophorus metapodius*, *Lactarius helvus*, *sanguifleurs*, etc.). Un grand nombre d'espèces nouvelles. Bresadola. *Champig. de la Hongrie* (Rev. myc., XIII, p. 20-33, pl. 114) (suite et fin). 128 champignons Ascomycètes, Sphæopsidées, Leptostromacées, Excipulacées, Mélanconiées, Hyphomycètes, Myxomycètes. *Flora von Oesterricht-Ungarn* (Oest bot. Zeits., 42, p. 29-33, 62, 100, 104, 143, 214, 250, 282). — Harslinszky. *Sphériacées de Hongrie* (Hongrois) (Math. es termeszett. Közlemenys K. XXV, 1892, pl. 15). — Bäumler *Zur Pilzflora niederoester.* VI (Verh. Zool. bot. Gesells., 1893, p. 227). — Cypers (Verhandl. Zool. bot. Gesells., 1893, p. 43.

Italie.

TOGNINI. *Contribuz. alla micologia toscana* (Atti del R. Istitute bot. del l'Univ. di Pavia, ser. II, vol. III, 18 p.), 100 espèces de Toscane de la province de Lucca. — BACCARINI. *Primo catalogo di funghi dell Avellinese* (Nuov. G. bot. it, XXII, p. 347), 231 champignons de l'Italie méridionale des environs d'Avellino. — PASSERINI. *Diagnosi di Funghi nuovi* V. (Accademia dei Lincei, VII, 1891, p. 43). Nouvelles espèces observées principalement aux environs de Rome. — VOGLINO. *Nota micoligica* (B. Soc. bot. ital. 1891, p. 350). Un petit nombre de Basidiomycètes nouveaux pour l'Italie. — MORI. *Enumeraz. dei funghi delle prov. di Modena e di Reggio, Centuria III* (B. d. Soc. bot. it., 1893, 62-70). Un certain nombre d'espèces nouvelles de *Phoma*, *Macrophoma*, *Puccinia*. — CAVARA. *Contrib. alla Micologia lombarda* (Atti Ist. bot. d. R. Univ. di Pavia, p. 207-292, pl. 21-22). 466 espèces de Lombardie. — BERLESE e PEGLION. *Micromceti toscani* (N. Giorn. bot. ital., XXIV, p. 97-172, pl., VII et VIII). — SOMMIER. *Resultati botanici di un viaggia all Ob inferiore II* (N. Giorn. bot. ital. 1893, p. 41). Cryptogames de toutes classes. — FAYOD. *Censuneti dei funghi osservati nelle valli valdesi del Piemonte durante i mesi di agosto-ottobre 1885-1887.* (Ann. della r. Accad. di agric. di Torina, XXXV, 1892). — SACCARDO. *Fungi aliquot Mycologiae romanae addendi* (Annuario del R. Istituto bot. di Roma, IV, 1889-90).

Suisse :

STUDER. *Beitrage zur Kenntnisse der schweizer Pilze.* (Mitt. d. Naturf. Gesells. in Bern. 1890, 13 p., 2 pl.). Voyage dans le canton de Wallis et la vallée du Rhône, 100 Hyménomycètes, 3 Gastéromycètes, 5 Ascomycètes. — FISCHER. *Fortschritte der schweizer Floristik in Jahre 1891.* (B. Soc. bot. Suisse, p. 119-126). — FISCHER. *C. R. de l'excurs. de la Soc. bot. Suisse, 20-23 août 1890.* (Ber d. schweiz bot. Gesells., I, 1891, p. 43-44). — FISCHER. *C. R. de l'exc. Soc. bot. Suisse, 21-22 août 1891* (Arch. des sc. phy. et nat. p. 56-57). — JACZEWSKI. *Ch. recueillis à Montreux, 1891-92* (B. Soc. vaud. sc. nat., XXIX, p. 162, 1893). 257 espèces de toutes les classes.

Iles Britanniques :

COOKE. *New british Fungi* (Grevillea, XX., p. 8-27-37-95-113). — PHILIPPS. *New british Discomycetes* (Grevillea XVI, p. 93). — TRAIL. *Report for 1890 on the Fungi of the east of Scotland* (Scottish naturalist, XXXI, p. 31-35). 11 espèces nouvelles pour l'Écosse. — MASSEE. *New or critical british Fungi* (Grev., XXI, p. 6-8, 1892, p. 40). — PLOWRIGHT, WARD, ROBERTSON. *List of Fungi found at Sterling.* (Ann. of scott. nat. hist. 1892, p. 68-69). — KING. *New british Fungus* (id., V., 1893). — COOKE *News british Fungi* (Grev. 1893, p. 69).

Danemarck et Scandinavie :

Rostrup. — *Cont. à l'étude de la flore des champ. de la Norwège* (Kristiana Videnskabs-Selskabs Forhandlinger, 1891). Ascomycètes, Sphæropsidées, Mélanconiées, Hyphomycètes. — Winter und stein *Pilze und Flechten von Kingua Fjord* (Die intern. Polarforsch. Hambourg) — Rostrup *Mykologiske Meddelelser* (Botanisk Tidsskrift, XVIII, 1892, p. 65-78). *Boletus cavipes* trouvé en Danemark, *Marasmus arenarius* sur *Rosa pimpinellifolia*, 2 Helvellacées, 1 Discomycète ; remarques nombreuses sur les Urédinées et Péronosporées. — Tolf. *Mykologiska notiser fran Smaland I.* (Bot. Not., 1891, p. 211-220). Urédinées, Péronosporées et Périsporiacées. — Fries. *Om svampflora ni vara vaxthus* (Bot. Not. 1891, p. 145-157).

Russie :

Zilakow. — *Catalogue des champignons des plantes ligneuses du Gouv. de S^t Pétersbourg* (en russe). 94 espèces, 2 Myxomycètes, 1 Péronosporée, 32 Urédinées, etc. — Karsten. *Aliquot species novae fungorum* (Rev. myc. 1889, n° 41). — Karsten. *Symbolae ad Mycologia Fennica, XXIX.* (Meddelanaen of Soc. pro Fauna et Flora Fennica, XIV, 1889). — Blouski. *Fungi Polonici novi* (Hedwigia, 1889, p. 280-282). — Sorokin et Busch. *Matér. pour la flore myc. de l'Ussaurie mérid.* (Trav. de la Soc. sc. nat. de Kazan, 1892, en russe). — Karsten. *Fragmenta mycologica* (Hedwigia, 1892, p. 130, p. 182). — Raciborski. *Ueber einige Pilze aus Südrussland* (Hedwigia, 1891, p. 243). Principalement des Urédinées, 27 champignons.

Portugal :

De Lagerheim. *Cont. à la flore myc. du Portugal* (Boletim da Sociedade Broteriana, VIII, 1890, p. 128). — Bresadola. *Fungi lusitanici collecti a cl. viro Moller* (id. IX, p. 29-39, 1891, p. 231). 45 espèces de champignons trouvés dans les environs de Coimbre.

Amérique du Nord :

Anderson. *A preliminary list of the Erysiphe of Montana* (J. of Mycology, V, p. 188-194). *Brief notes on common Fungi of Montana* (Id. V, p. 30-32) *A new Fomes from northern Montana (Fomes Ellisianus)* (Bot. Gazette, XVI, n° 4, avril 1891). — Seymour. *List. of the Fungi collected in 1884 along the North pacific Railroad* (Proceed. of the Boston Soc. of Nat. hist. XXIV). Urédinées, Ustilaginées, Chytridinées, Péronosporées, Erysiphées. — Peck. *42-43^e annual report of the state bot. of New-York* (Albany, 1889-1890). Mac Milian. *Notes on fungi affecting leaves of Sarracenia purpurea in Minnesota* (B. of the Torrey bot. Club. New-York, XVIII, 1891, p. 214) — Kellermann and Swingle. *New species of Kansas Fungi* (J. of Myc. IV, 93-95 V. p. 72). — Macadam. *North Americain Agarics* (J. of Myc. V. p. 58). Etude des Russules américaines. — Fairchild. *Index of North americain myco-*

logy (J. of Myc.VI, p. 128).— FAIRMAN. *The Fungi of western New-York* (Proceed. of the Rochester Acad. of. sc. I, p. 43, pl. 34). *Notes on new or rare fungi from werstern New-York* (J. of Myc, 1891, p. 94). — GALLOWAY. *Kansas Fungi* (J. of Myc. 1891, p. 94).— HARIOT. (J. de bot. 1893, p. 117).— WEBBER. *Cat. of the flora of Nebraska* (Rep. of the Nebraska state board of agric. 1889, p. 37-162). — ELLIS et EVERHARDT. New species of North americain fungi from various localities (Proc. of the Acad. of nat. sc. of Philadelphia, 1893, p. 128-172) : *New species of Fungi* (J. of Myc. 1892, p 130-135). — HARKNESS. *Fungi collected by Brandegee in lower California* (Proc. of the Calif. Acad. of. sc. 2ᵉ serie. II, 1889, p. 231). — ELLIS and ANDERSON. *New species of Montana Fungi*. (Bot. Gazette, XVI, p. 45-49, pl. VII). — ATKINSON SCHRENK. *Fungi of Blowing Rock* (J. of the Elesha Mitchell Soc, x. IX, 1893, p. 95. — FARLOW AND SEYMOUR. *A provisionnal Host index of the fungi of the United states* III, 1892. Ce travail extrêmement important va des Orchidées aux Crucifères. Il comprend aussi les parasites des Insectes. — ELLIS and DEARNESS. *New species of canadian Fungi* (Canadian record of sc. 1893).— FARLOW. *Notes on collections of Cryptog. from the higher mountains of New England* (Proc. of the Boston. Soc. nat. hist., XXV. 1892, p. 387). — ROSTRUP. *Tillaeg til Grönlands Svampe* (Meddelelser om Grönland, III, 1891, p. 591 643). C'est la continuation de l'étude de tous les champignons du Groenland. Cette flore se compose de 532 espèces : 89 Hymenomycètes, 7 Gasteromycètes, 22 Urédinées, etc.

Amérique du Sud :

PATOUILLARD et DE LAGERHEIM. *Champignons de l'Equateur* (B. Soc. myc., VII, 1891, p. 58). Champignons récoltés dans les montagnes tempérées de l'Equateur et sur le littoral méridional du Guayaquil. Une certaine analogie se manifeste avec la flore des Etats-Unis. On trouve dans ce travail des Urédinées, Ustilaginées, Péronosporées, Chytridinées. Quelques Basidiomycètes, en particulier le genre nouveau *Rimbachia*, appartenant aux Agaricinées à hymenium supère. Un certain nombre d'Ascomycètes et d'Imparfaits figurent encore sur la liste. — SCHROETER. *Bearbeitung der ihm zugegangenen sudamerikanischen Pilze* (Bot Centr. t. 50, p. 39). La végétation de l'Amérique du Sud était autrefois connue seulement par la flore du Chili de Gay et par les travaux de Montagne, Berkeley et Cooke. Dans ces derniers temps, M. Spegazzini, un élève de M. Saccardo, a exploré et étudié la République Argentine, la Patagonie, la Terre de Feu, le Paraguay, le Brésil et l'Uruguay. D'importants matériaux ont été fournis par Ule sur le Sud du Brésil, que Winter d'abord, puis Pazschke ont étudié. M. Schrœter a été amené à étudier les champignons de la République Argentine récoltés par le professeur Hieronymus. Cette étude comprend des Myxomycètes, Phycomycètes et Ustilaginées. — De LAGERHEIM. *Die Schneeflora des Pichincha* (Ber. d. d. bot. Gesells. 1892, p. 517). Il cite le *Chytridium chlamydococca* et le *Selenotila nivalis* Hyphomycète, voisin des Saccharomyces. — Patouillard et de Lagerheim. *Ch. de l'Equat. II* (B. Soc. myc., VIII, 1892, p. 113-140, pl. XI-XII, IX ; 1893, p. 124-144). Hymenomycètes nombreux, quelques-uns européens. (*Polyporus adutus*, *dichrous*, etc.). Beaucoup d'espèces nouvelles, en particulier un *Exobasidium Tradescantiae*. Plusieurs genres nouveaux d'héterobasidées *Heterochaete Helicoglaea*. Plusieurs Myxomycètes, Phycomycètes, Urédinées, Acomycètes. — Henning. *Fungi Brasilienses* (Engler's Bot. Jahresb. 1892). — Spegazzini. *Fungi guarantici non nulli novi vel critici* (Revista argentina. da hist natur I, p. 101-111). — Pazschke. *Erste Verz. der v. Ule in dem Jahren 1883-87, in Brazilien ges. Pilze* (Hedwigia 1892, p. 93-114). 201 espèces: Ustilaginées, Urédinées, Hyménomycètes (24), Gastéromycètes, Trémellinées, Pyrénomycètes (98), Discomycètes, Oomycètes, Myxomycètes et Imparfaits. — Spegazzini. *Fungi Puiggiarini* (Bolet. de la Acad. de Cienc. en Cordobola, XI.)

Asie :

Magnus. *Ein Kleiner Beitrag zur Kenntniss der parasitischen Pilze Kleinasiens* (Engler's Bot. Jahrb., 1891, p. 486-494, pl. X). — Saccardo. *Mycetes siberici*. (B. Soc. bot. ital., 1893, p. 213). 40 champignons trouvés près de Minnussinsk. — Saccardo. *Fungilli novi Europaei et Asiatici*. (Grevillia, 1893, p. 65). — Karsten. *Mycetes aliquot in Mongolia et China boreali*. (Hedwigia, 1892, p. 38-40). Barclay. *A descript. list of the Uredineæ occuring in the neighb. of Simla*. (J. of the asiatic Soc. of Bengal, LVI, p. 350, LIX, p. 75). — Massee. *Some west Indian Fungi*. (J. of bot., XXX, p. 161, 196, pl. 321-323-325). — Patouillard. *Cont. à la flore myc. du Tonkin*. (J. de bot., V, 1891, p. 306, 313). Basidiomycètes, Ascomycètes, Myxomycètes, Hyphomycètes.

Afrique :

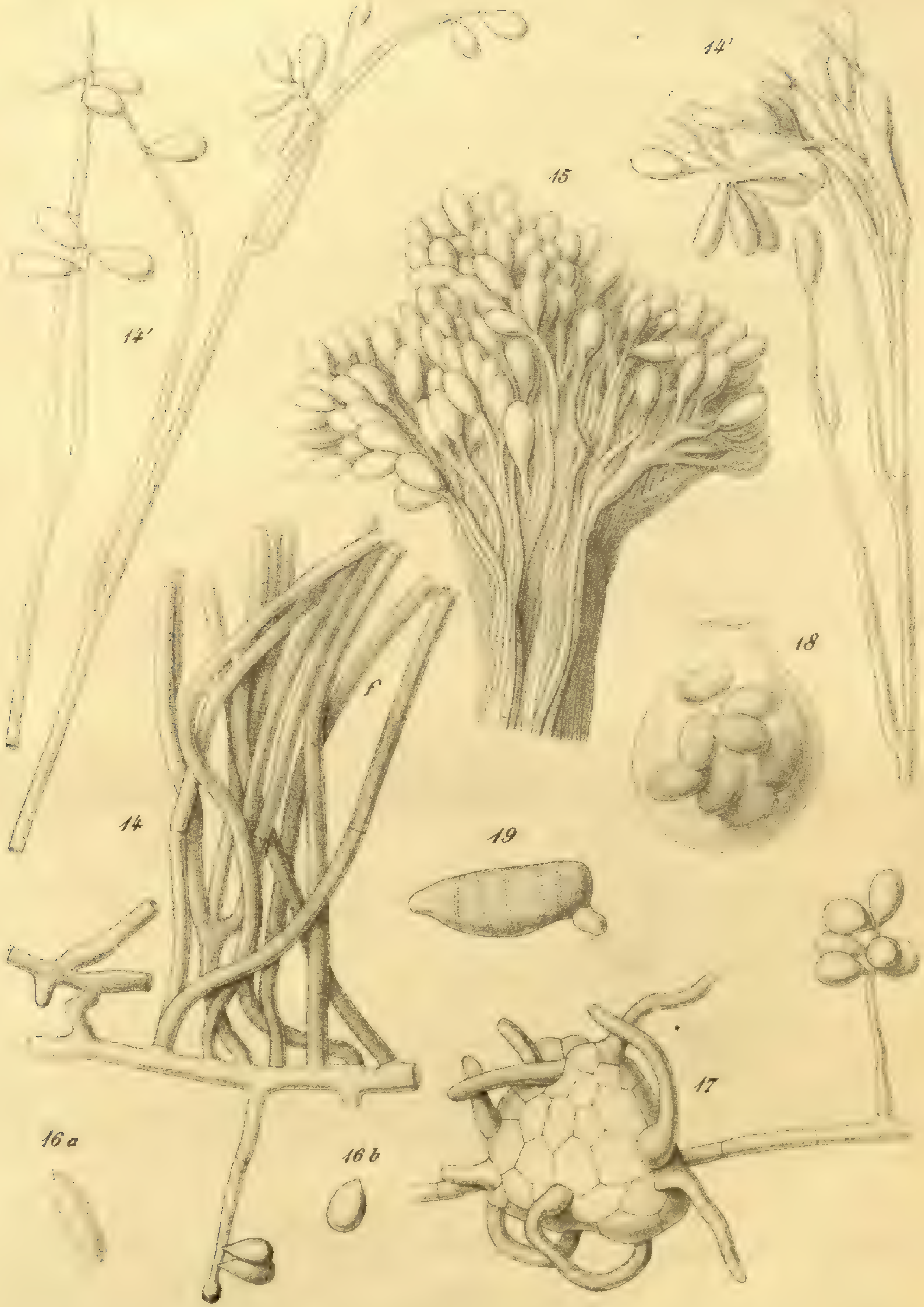
Jaczewski. *Quelques champ. récoltés en Algérie*. (B. Soc. myc, 1893, p. 46) — Saccardo et Berlese. *Mycetes aliquot Guineensis a cl. Moeller el Newton lecti*. (Bolet. d. socied. Broter, VII, p. 110). — Bresadola. *Fungi Kamerunenses*. (B. Soc. myc. de France, VI). — Hennings. (Engler's Bot. Jahrb, XV, 1892-1). - Massee. *New Fungi of Madagascar*. (J. of bot., XXIX). Nouveau genre *Mycodendron* allié aux *Merulius*.

Australie. Nouveile-Zélande :

Saccardo. *Fungi aliquot australienses*. (Hedwigia. XXIX, p. 151-156). — Colenso. *A enumeration of Fungi recently disc. in New-Zealand*. (Trans. of the New-Zealand Institute, XXIII, 1891, p. 391). — Cooke. *Australian Fungi*. (Grevillea, XX, p. 4-8, 35, 65, 89, 120; XXI, p. 1). — Cooke. *Ceylon in Australia*. (Grevillea, XX, p. 29). — Bresadola et Saccardo. *Pugillus mycetum Australiensium* (Malpighia, IV). — Cooke. *Handbook of Australian Fungi*. Très important ouvrage avec de nombreuses planches en couleurs donnant la description de toutes les espèces trouvées jusqu'ici en Australie.

J. Costantin.

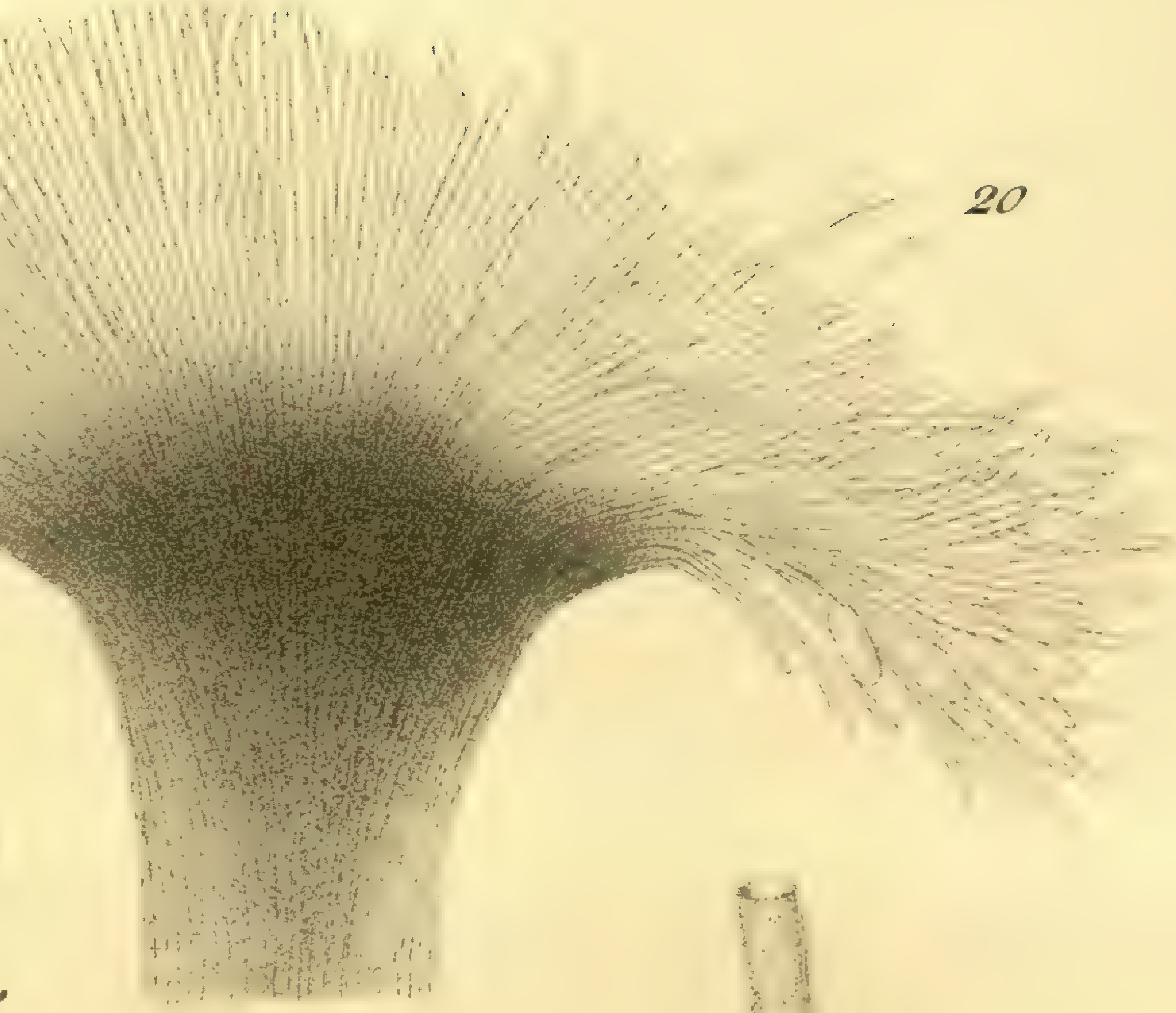
Le Gérant, Th. Clerquin.

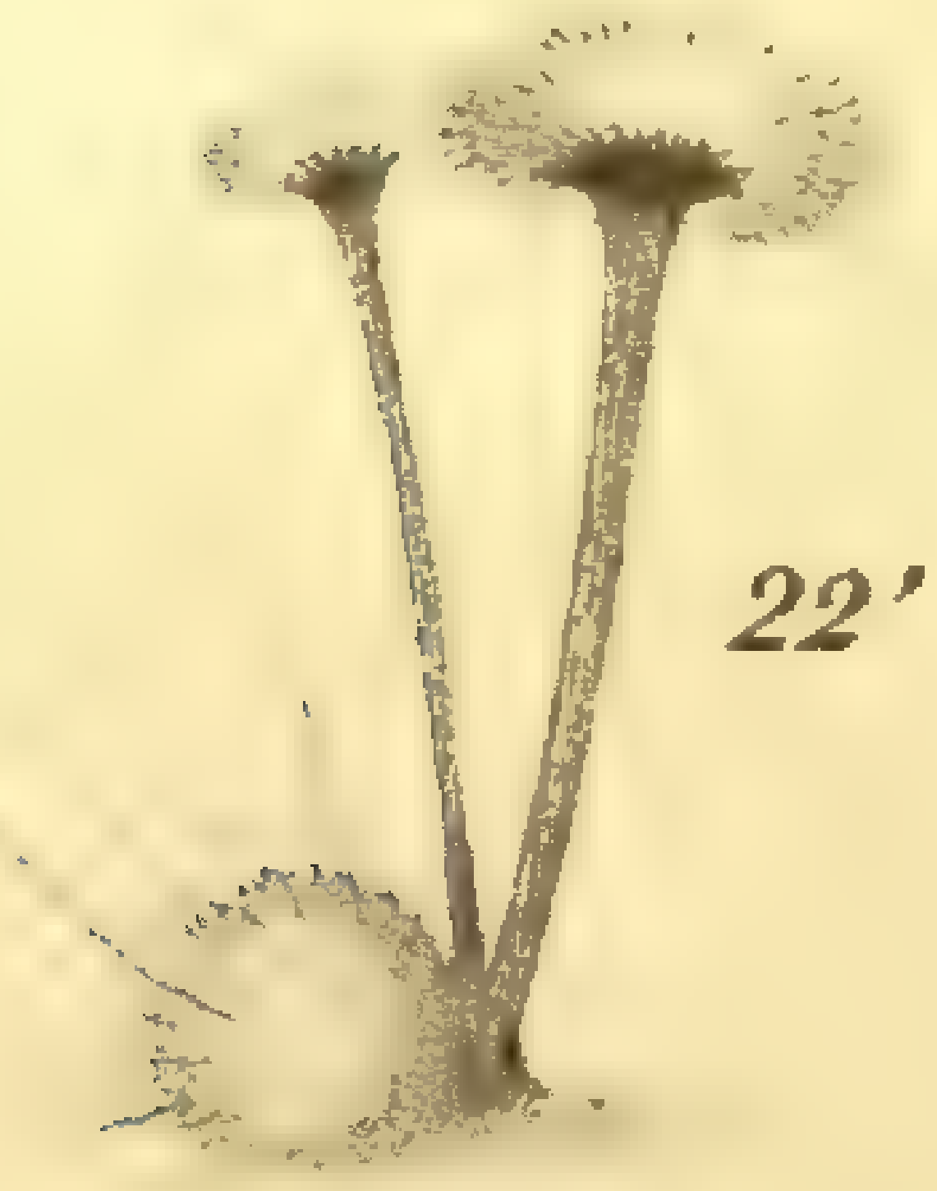

14'
14'
15
f
18
14
19
17
16 a
16 b

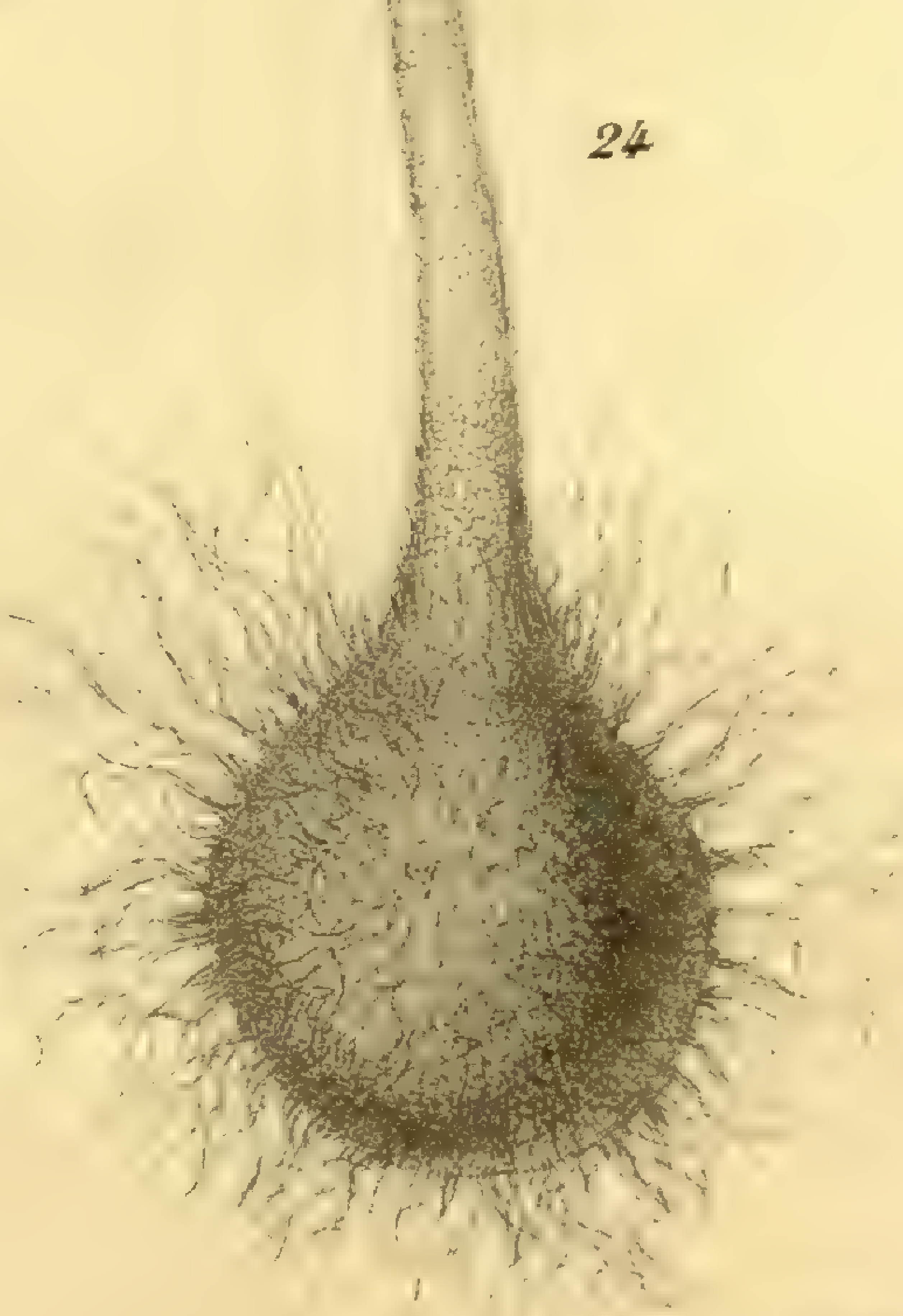
Boulanger del. J. Poinsot lith.

Sporotrichum

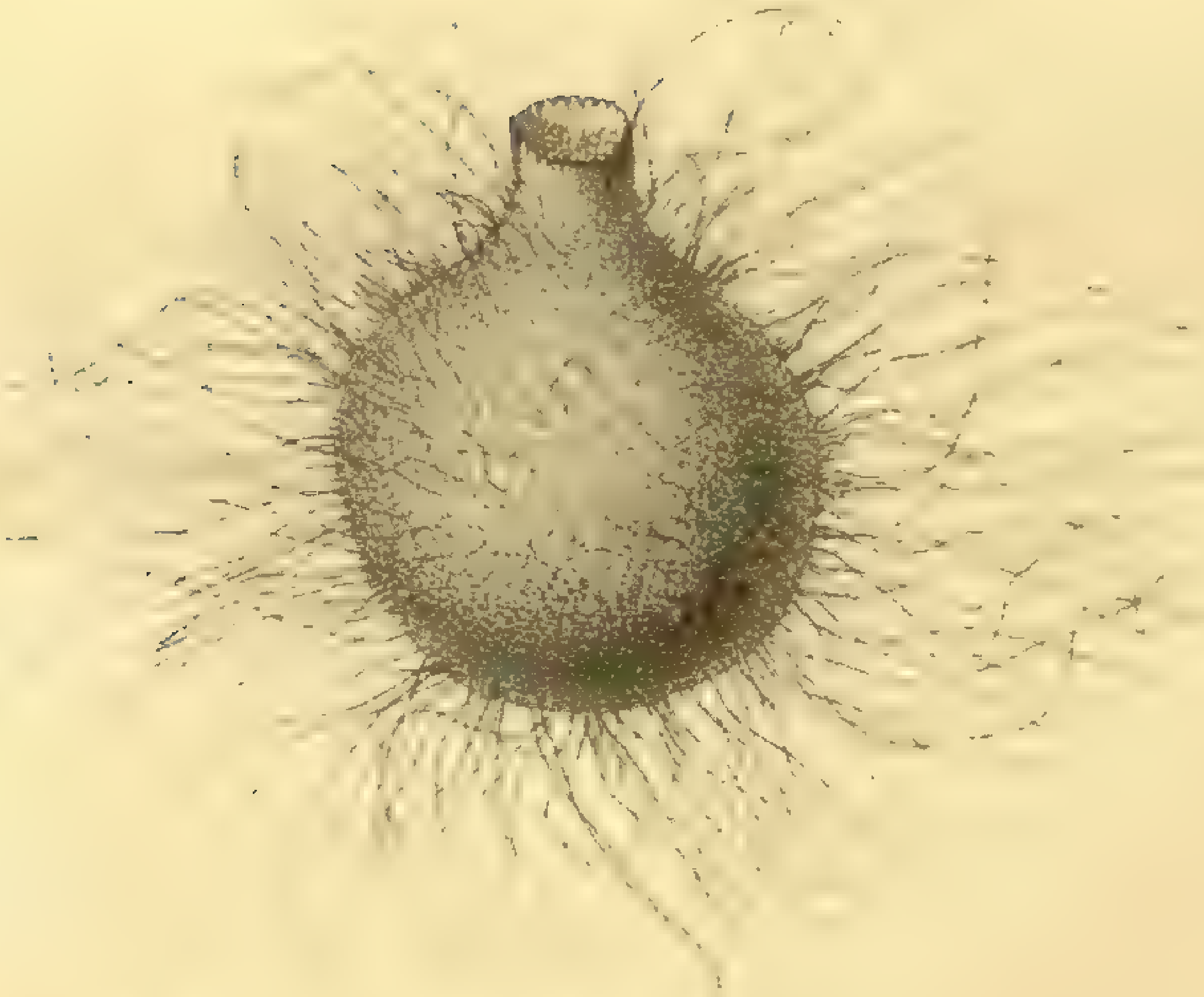
Impr.ies Lemercier, Paris

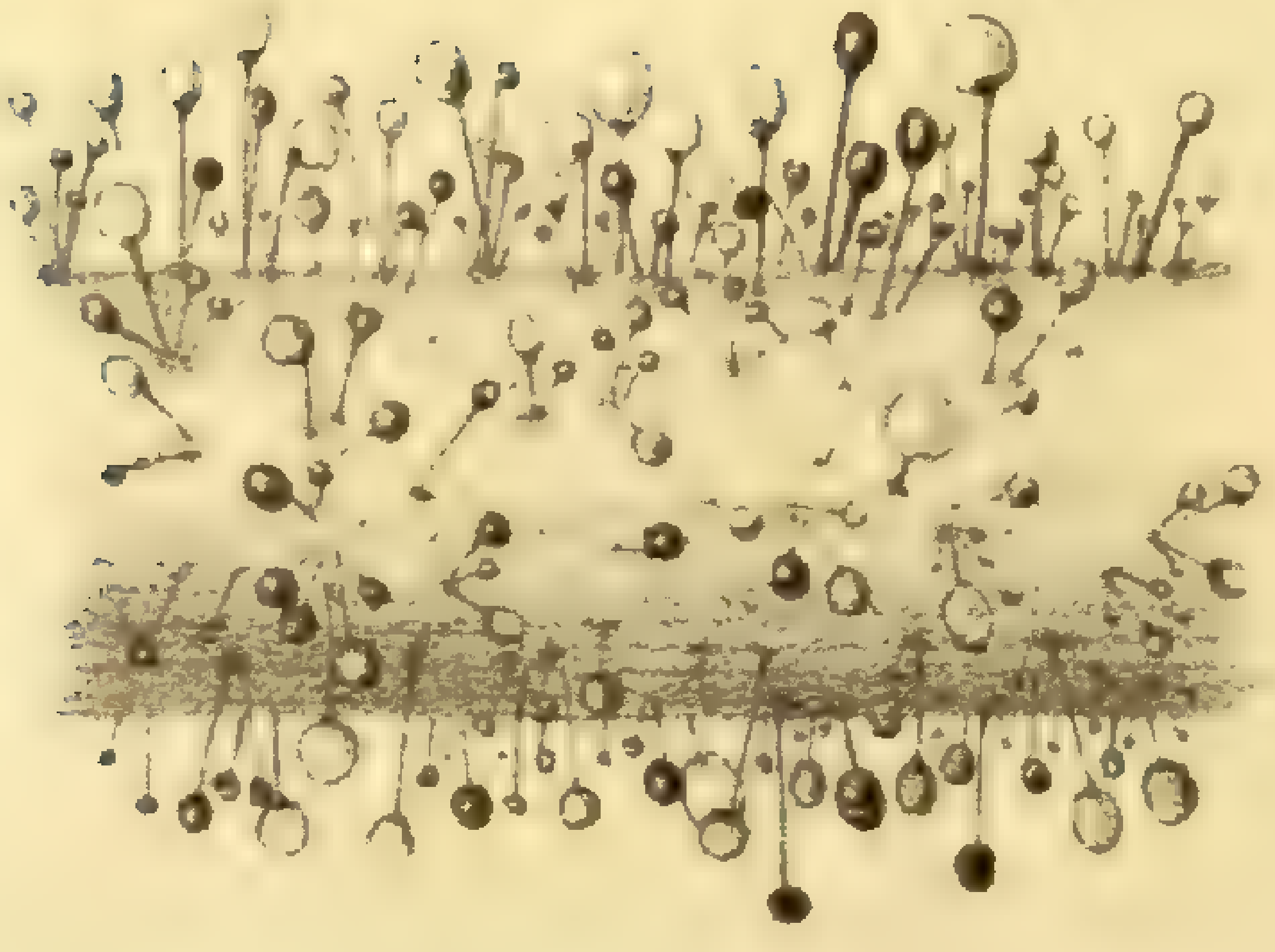

20

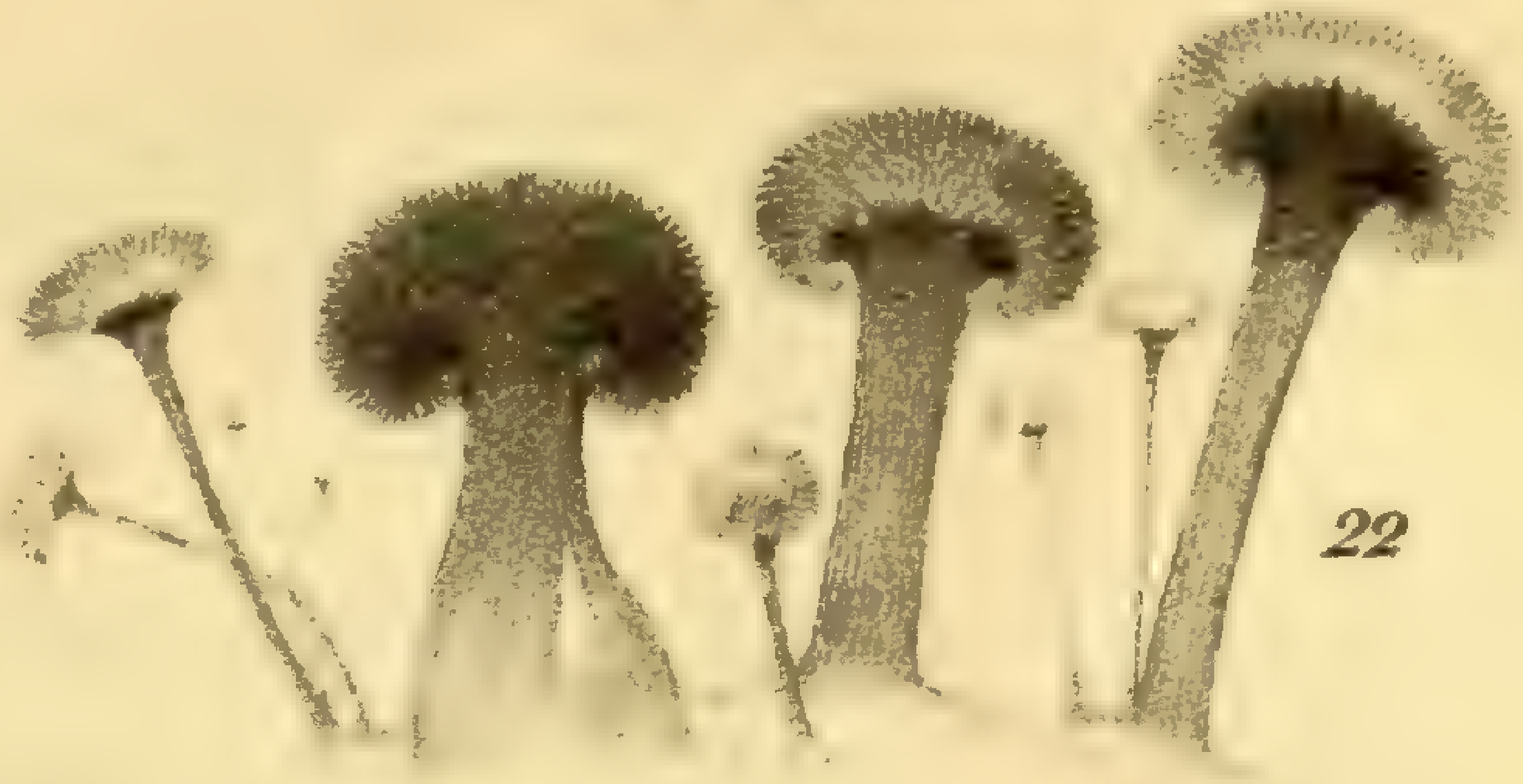

22'


24

23




21


22

Boulanger del. *Millot lith.*

Sporotrichum

Impʳᵉˢ Lemercier, Paris.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les six premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de 20 *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des six premiers volumes de la

Revue générale de Botanique :

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 153 figures dans le texte).* — Bornet : *Ectocarpus fulvescens.* — Guignard : Anthérozoïdes. — Bonnier : Végétation de la vallée de Chamonix ; Lichens et protonémas des Mousses; Renonculacées de la Flore de France. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Développement des plantes annuelles. — Kolderup-Rosenvinge : Organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — De Planta : Crosnes du Japon. — De Saporta : Palmiers fossiles. — Dupray : Nouvelle espèce de *Spirogyra*. — Prillieux : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — Dufour : Nouvelle espèce de Chanterelle; Gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella*. — Trabut : *Abies numidica*. — Seignette : Les tubercules. — Costantin : *Alternaria* et *Cladosporium*. — Poulsen : Phanérogame sans chlorophylle. — Masclef : Hellébores.

Revues : Anatomie (Leclerc du Sablon); Champignons (Costantin); Technique (Dufour); Lichens (Hue); Plantes de l'Asie (Franchet); Physiologie végétale (Jumelle); Paléontologie végétale (de Saporta).

Tome II. — *([illegible] pages, 25 planches et 203 figures dans le texte).* — Battandier et Trabut : *Pancratium Saharæ.* — Curtel : Transpiration et assimilation pendant les nuits norvégiennes. — Flot : Structure de la tige des arbres. — Heckel : Nouvelle espèce de l'Afrique. — Lesage : Feuilles des plantes maritimes. — Bonnier : La vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. — Daguillon : Feuilles des Conifères. — Russell : Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; *Vicia sepium.* — Jumelle : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration. — Brandza : Hybrides. — Leclerc du Sablon : Sommeil des feuilles. — Aubert : Acides organiques chez les plantes grasses. — de Lagerheim : Un parasite de la Vigne. — Daniel : Tannin des Composées. — Franchet : Bambusées à étamines monadelphes. — Poulsen : Grains d'aleurone.

Revues : Algues (Flahault) ; Botanique forestière (Henry) ; Paléontologie végétale (de Saporta) ; Physiologie et Chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Anatomie (Leclerc du Sablon) ; Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Plantes de la France (Masclef).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — Brandza : Téguments de la graine. — Russell : Ascidies de Chou. — Devaux : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — Bordet : *Carex.* — Aubert : Appareil de MM. Bonnier et Mangin pour l'analyse des gaz. — Viala : Maladie des greffes boutures ; Maladie des raisins. — Prunet : Perforation des Pommes de terre par le Chiendent. — Fayod : Structure du protoplasma. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes. — Daniel : Influence du drainage et de la chaux. — Bastit : Tige et feuille des Mousses. — Conway Macmilian : Plantes européennes introduites dans le Minnesota. — Trabut : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; *Riella.* — Daniel : Racines napiformes transitoires. — Costantin : Culture des Basidiomycètes. — Magnin : *Cyclamen europæum.*

Revues : Plantes de la France (Masclef) ; Champignons (Costantin) ; Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Technique (Dufour).

Tome IV — *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — Trabut : *Quercus Mirbeckii.* — Masclef : *Pteris aquilina* sur le calcaire. — Russell : Inflorescence mâle du Noyer. — Jumelle : Recherches physiologiques sur les Lichens. — Dewèvre et Bordage : Mouvements des végétaux. — Leclerc du Sablon : Tubercules des Equisétacées ; Maladie du Platane. — Prunet : Plantes et insectes. — Hervier : Plantes d'Espagne. — Bonnier : Réviviscence des plantules desséchées ; Variations de pression dans la Sensitive. — Aubert : Respiration et assimilation des plantes grasses. — de Janczewski : *Anemone.* — Jacob de Cordemoy : Liliacée exotique. — Costantin et Dufour : La Môle. — Giard : *Lachnidium acridiorum.* — de Lamarlière : Les feuilles à l'ombre et au soleil.

Revues : Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Anatomie (Prunet) ; Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Plantes de la France (Masclef).

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte).* — Duchartre : *Rosa sericea.* — Bonnier : Transmission de la pression à travers les plantes : Alphonse de Candolle. — Boudier : Tubercules pileux de certains Agarics. — Prunet : Tubercules de la Pomme de terre. — Russell : Sur les pelotes marines. — Costantin : Convergence des formes conidiennes. — Naudin : Fécondation des *Phœnix.* — Mesnard : Pureté de certaines essences végétales. — Warming : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — De Lamarlière : Développement de quelques Ombellifères. — Magnin : Végétation des lacs du Jura. — Jaccard : La pression des gaz et le développement des végétaux. — Briquet : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — Boulanger : *Matruchotia varians.* — Palladine : Respiration des feuilles vertes et étiolées. — Leclerc du Sablon : Anatomie de la tige de la Glycine. — Lothelier : Les plantes à piquants. — Costantin et Dufour : Action des antiseptiques sur la Môle.

Revues : Lichens (Hue) ; Algues (Flahault) ; Paléontologie végétale (de Saporta) ; Botanique forestière (Henry) ; Bactéries et fermentations (Boutroux).

Tome VI. — *(544 pages, 21 planches et 57 figures dans le texte).* — Daniel : La greffe ; Applications de la greffe herbacée. — Prunet : Propagation du Pourridié. — Flot : Procédés de micrographie. — Houlbert : Propriétés optiques du bois. — Mesnard : Parfums des plantes. — Devaux : A. Merget. — Mer : Chaudron de Sapin. — Naudin : Littoral de la Provence. — Palladine : Rôle des hydrates de carbone dans la résistance à l'asphyxie. — Trabut : *Marsilia* ; *Œdomyces leproides.* — De Saporta : *Rhizocaulon.* — Prunet : Répartition des engrais. — Costantin et Matruchot : Vert-de-gris, Plâtre et Chanci. — De Lamarlière : Espèces nouvelles de Sphériacées. — Lund : Dessiccation et respiration des tubercules. — Hy : Inflorences. — Dufour et Hickel : Ennemis du Pin. — Bazot : Géographie botanique de la Côte-d'Or. — Bonnier : P. Duchartre ; Plantes arctiques et plantes alpines.

Revues : Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Algues (Flahault) ; Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Champignons (Costantin).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SEPTIÈME

Livraison du 15 Mai 1895

N° 77

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1895

LIVRAISON DU 15 MAI 1895

I. — DISTRIBUTION DES MOUSSES SUR LE LITTORAL DU NORD DE LA FRANCE, par **M. L. Géneau de Lamarlière** 193

II. — RECHERCHES SUR LA GERMINATION DES GRAINES OLÉAGINEUSES, par **M. Leclerc du Sablon** *(suite)* 205

III. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES BACTÉRIES ET LES FERMENTATIONS publiés pendant l'année 1892 (avec figures dans le texte), par **M. L. Boutroux.** 216

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. H. Jumelle** *(suite).* 233

Cette livraison renferme quinze gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

DISTRIBUTION DES MOUSSES

SUR LE

LITTORAL DU NORD DE LA FRANCE

par **M. L. GÉNEAU DE LAMARLIÈRE.**

La région du Nord de la France forme un grand triangle irrégulier, limité au Nord, au Nord-Ouest et à l'Ouest par la Mer du Nord, le Pas-de-Calais et la Manche ; au Sud par les collines de Picardie et de Belgique, à l'Est et au Nord-Est par la Belgique.

La flore bryologique de cette région, intéressante à divers points de vue, l'est davantage encore dans la portion qui est bordée par la mer, et qui peut recevoir le nom de Littoral. Le Littoral du Nord de la France présente une flore bryologique assez spéciale dont je vais essayer de donner une idée dans l'exposé suivant de mes recherches. Jusqu'aujourd'hui aucun auteur n'a cherché à donner une idée de la flore bryologique de cette petite région. Pour arriver à mon but j'ai fait de nombreuses excursions dans le Bas-Boulonnais aussi bien au bord de la mer que dans l'intérieur des terres. Je me suis ensuite servi de connaissances acquises par les botanistes de la contrée, tels que de Vicq et Wignier, Rigaux, MM. Boulay, Gonse, Bourgeois, Boulanger et Acloque. Ces trois derniers botanistes m'ont communiqué directement le résultat de leurs recherches, les autres ont publié les leurs dans divers ouvrages (1).

---

(1) Rigaux : *Catalogue des Plantes vasculaires et des Mousses observées dans les environs de Boulogne-sur-Mer*, par Ant. Rigaux. Imp. Camille le Roy, 1877.

Eloy de Vicq et Wignier de Warrez : *Catalogue raisonné des Mousses de l'arrondissement d'Abbeville*. Extr. des Mémoires de la Soc. d'émulation d'Abbeville, 1877.

N. Boulay : *Étude sur la distribution géographique des Mousses en France au point de vue des principes et des faits*. Paris, 1877.

Au point de vue de la géographie botanique, la Flore d'un pays peut être considérée comme formée de quatre catégories principales d'espèces.

Les unes sont propres au pays, ou du moins paraissent telles en ce sens qu'elles ne se retrouvent, ou n'ont été rencontrées nulle part ailleurs. On peut considérer de telles espèces comme les *caractéristiques absolues* de la Flore de la région considérée.

D'autres espèces, sinon propres à la région, sont au moins très répandues, et leur ensemble forme avec celles de la première catégorie un fond spécial de végétation. On peut leur donner le nom de *caractéristiques relatives*.

Une troisième catégorie peut être établie pour les espèces qui, moins répandues que les précédentes dans la région dont on s'occupe, sont beaucoup plus abondantes dans les régions voisines.

Une autre catégorie est constituée par les plantes accidentelles ou adventices. Ces espèces peuvent sans inconvénient être réunies à celles de la troisième catégorie.

Enfin on pourrait établir une catégorie de *caractéristiques négatives* au moyen des espèces qui manquent à la région et que l'on rencontre dans les régions voisines.

Pour une contrée située à une latitude moyenne comme l'est celle du Nord de la France, les plantes des trois dernières catégories sont amenées soit du Nord, soit du Midi, et beaucoup plus rarement de l'Est ou de l'Ouest. Aussi peut-on distinguer parmi elles principalement des espèces de provenance septentrionale et des espèces de provenance méridionale.

N. Boulay : ***Révision de la Flore des Départements du Nord de la France.*** 3 fascicules. Lille, 1878-1880.

Id. — ***Muscinées de la France.*** Première partie : ***Mousses.*** Paris, 1884.

E. Gonse : ***Catalogue des Muscinées de la Somme.*** Amiens, 1885.

Id. — ***Additions au Catalogue des Muscinées de la Somme.*** Extr. des Mémoires de la Société Linnéenne du Nord de la France, 1886-1888.

Géneau de Lamarlière ; ***Contributions à la flore bryologique du Nord et du Pas-de-Calais.*** Feuille des jeunes naturalistes, 1er avril 1893.

Id. — ***Excursions bryologiques dans le Bas-Boulonnais***; Bull. de la Soc. bot. de France, janv. 1894.

Id. — ***Contributions à la Flore bryologique du Nord et du Pas-de-Calais.*** 2e liste. Feuille des jeunes naturalistes, 1894.

Id. — ***Catalogue des Cryptogames vasculaires et des Muscinées du Nord de la France.*** Journal de Botanique. Janvier 95 et suiv.

Venturi : ***Desmatodon Gasilieni***, n. sp. Revue bryologique, 1894.

I. — Espèce propre au littoral (*Caractéristique absolue*).

Dans une région dont l'étendue est aussi restreinte que celle du Nord de la France, on conçoit aisément que les Mousses propres à la contrée soient peu nombreuses et même qu'elles puissent manquer.

Il en est cependant une, découverte dernièrement par le Frère Gasilien aux environs de Boulogne-sur-Mer, et décrite par M. Venturi (1); elle a reçu le nom de *Desmatodon Gasilieni*. Que l'on admette cette plante comme une espèce légitime, ou que suivant l'avis de M. Husnot (2) on en fasse une simple variété du *Desmatodon nervosus*, il n'en est pas moins vrai qu'il y a là, au moins actuellement, une forme spéciale au rivage de notre région. Il y a d'ailleurs toute une étude qui est encore à faire sur les formes maritimes de certains *Barbula*, *Trichostomum*, etc., chez lesquels il serait peut-être possible de démontrer nettement l'influence du sel marin.

II. — Espèces communes du Littoral (*Caractéristiques relatives*).

La plupart des Mousses communes sur le Littoral le sont également à l'intérieur des terres, et peuvent se rattacher géographiquement à la zone moyenne des forêts, ainsi que l'entend M. Boulay (3). Ce sont des espèces qui, comme les *Hypnum triquetrum*, *H. cupressiforme*, *Ceratodon purpureus*, *Pottia lanceolata*, *P. truncata*, etc., etc., trouvent là des stations convenables (sables des dunes, éboulis des falaises argileuses, etc.) pour leur ample développement, mais que n'attirent ni le climat marin, ni le chlorure de sodium.

Plusieurs espèces cependant sont beaucoup plus répandues, et sont même plus vulgaires tout le long du Littoral, alors que dans le reste de la région elles font presque défaut ou sont rares. On peut citer en première ligne dans les dunes mouvantes le *Hypnum albicans* et le *Barbula ruraliformis*. Cette dernière espèce est surtout abondante dans les parties découvertes des dunes. Ainsi, dans les sables auprès de l'embouchure de la Slack, les Pins maritimes qu'on avait introduits autrefois pour enrayer la marche des sables, ont disparu presque complètement à la suite des hivers rigoureux qui ont marqué les vingt dernières années; ce sont les Troènes et les *Barbula ruraliformis* qui y ont suppléé. Cette Mousse couvre de grands espaces et s'étend chaque année davantage, transformant en dunes fixes des dunes absolument mobiles.

---

(1) **Venturi** : *loc. cit.*

(2) **Husnot** : *Muscologia gallica*, II, p. 434.

(3) **Boulay** : *loc. cit.*

Les dunes déjà fixées contiennent assez souvent le *Bryum pendulum* qui se mêle à l'herbe fine et aux plantes rabougries de cette station. Dans l'intérieur de la région on ne l'a encore trouvé qu'à Lille.

Les lieux humides des falaises, les dépressions des dunes ou les marais situés en arrière contiennent le *Bryum pseudotriquetrum* qui, grâce à l'humidité qu'il recherche, remonte la vallée de la Somme et de ses affluents.

Le *Barbula rigida* et le *Dicranum varium* recherchent plutôt les eboulis des falaises.

Enfin les troncs d'arbres jusqu'à une assez grande distance dans l'intérieur des terres sont habités par le *Cryphæa arborea* qui s'y mêle à d'autres Mousses littorales, mais de provenance méridionale. Le *Cryphæa arborea* est une espèce qui est répandue dans toute la France. Toutefois, dans notre région, elle se montre plus fréquemment au bord de la mer que dans l'intérieur des terres.

Ainsi donc on peut citer plusieurs espèces appartenant aux genres *Hypnum*, *Cryphæa*, *Bryum*, *Barbula* et *Dicranum*, qui recherchent le Littoral.

III. — ESPÈCES PROVENANT DES RÉGIONS VOISINES

Parmi ces espèces, plusieurs sont répandues dans les régions plus septentrionales que la nôtre, et elles tendent chez nous à atteindre leur limite méridionale de dispersion. D'autres, au contraire, plus nombreuses, sont très répandues dans les contrées méridionales, en particulier dans la région méditerranéenne, et remontent jusque dans le Nord de la France et même au-delà ; elles sont généralement rares, mais elles contribuent en grande partie à donner à la flore bryologique du Littoral un aspect spécial.

1° *Mousses à tendances septentrionales.* — Environ huit espèces peuvent être rangées dans cette catégorie ; trois autres, les *Hypnum plumosum*, *Bryum albicans* et *B. annotinum*, qui ont été signalées autrefois dans notre région, sont devenues bien douteuses, n'ayant pas été retrouvées aux localités indiquées.

Parmi les huit espèces qui restent, une seule recherche le sel marin : c'est le *Pottia Heimii*. Il est assez fréquent dans les endroits humides des falaises et des dunes ; il ne paraît pas dépasser le Cap Gris-Nez au Nord. Il remonte dans l'intérieur des terres en suivant les cours d'eau : c'est ainsi qu'on l'a trouvé à Abbeville et le long des digues du canal qui va de cette ville à la mer. Sa limite méridionale de dispersion en France paraît être l'embouchure de la Loire (1). L'exigence de cette plante à l'égard du sel marin ne paraît pas telle qu'on ne puisse la retrouver accidentellement dans l'intérieur des terres. En somme, le *Pottia Heimii* est une espèce des terrains salés et humides du Nord-Ouest de l'Europe.

Les petits marécages à fond sableux de nos dunes offrent une station assez spéciale où deux espèces septentrionales se sont rencontrées jusqu'ici, le *Hypnum elodes* et le *Bryum Warneum*. Le premier est une espèce à dispersion assez vaste et paraît assez répandu dans les tourbières des montagnes, tandis que le second est confiné sur le Littoral de la Manche, où, d'ailleurs, il est extrêmement rare.

Le *Hypnum strigosum* descend aussi des montagnes comme le *H. elodes* ; mais sur notre Littoral il recherche plutôt les lieux abrités, les talus humides ou les pentes des rochers.

Enfin trois espèces se rencontrent sur les troncs d'arbres ; ce sont les *Hypnum resupinatum*, *Orthotrichum phyllanthum* et *O. tenellum*.

Le *Hypnum resupinatum*, qui est une variété ou sous-espèce remarquable du *H. cupressiforme*, et l'*Orthotrichum phyllanthum*, qui est toujours stérile, peuvent dans certains cas quitter le voisinage immédiat de la mer et se retrouver à quelques lieues dans l'intérieur des terres, ainsi que l'a constaté M. Boulay aux environs de Nielles-les-Bléquin, localité qui est située à sept lieues environ du rivage. Mais ces deux espèces croissent sur des troncs d'arbres, situés, à une altitude d'environ 200 mètres, sur une colline recevant directement les vents marins venant de l'Ouest,

---

(1) Husnot : *loc. cit.*, I, p. 75.

De plus ces Mousses sont placées sur le côté des troncs faisant face à la mer. On voit par là que l'influence maritime, quelle qu'elle puisse être, peut se faire sentir à d'assez grandes distances dans l'intérieur du continent.

2° *Mousses à tendances méridionales.* — S'il est intéressant d'observer que quelques espèces des montagnes et des régions septentrionales de l'Europe se plaisent le long de notre Littoral, il est bien plus intéressant encore de constater que des Mousses des régions chaudes, de la région méditerranéenne entre autres, viennent en grand nombre se mêler aux précédentes.

En effet sur 80 espèces environ que cite M. Boulay comme « *plus répandues ou mieux développées dans la région méditerranéenne et rares ou accidentelles en dehors de cette région,* » il y en a 33 actuellement constatées dans la région du Nord, c'est-à-dire environ 41 °/₀. Il est problable que cette proportion pourrait encore augmenter par la découverte de nouvelles espèces, car plusieurs de ces Mousses méditerranéennes, ou à tendances méridionales, ne fructifient pas ou fructifient rarement sous notre climat et peuvent par ce fait avoir été jusqu'ici méconnues.

On peut établir deux catégories dans ces trente-trois espèces : 1° Les unes paraissent confinées sur le Littoral à une distance relativement faible du rivage, ou s'étendent à deux ou trois lieues dans l'intérieur des terres, grâce à des circonstances particulièrement favorables dont je parlerai plus loin à propos de la Vallée-Heureuse ; 2° les autres, tout en restant plus répandues sur le Littoral, se retrouvent parfois dans l'intérieur des terres.

Plusieurs espèces de la première catégorie sont très rares, comme : *Hypnum circinatum*, *Funaria calcarea*, variété *hybernica*, *Enthostodon ericetorum*, *Fissidens decipiens*, *Orthotrichum cupulatum*, variété *riparium*, *Phascum rectum*, et on les a constatées seulement dans une, deux ou trois localités, de sorte que certaines d'entre elles pourraient être considérées comme accidentelles, à moins que les recherches ultérieures ne viennent les montrer plus communes. Les autres espèces sont plus répandues que les précédentes, c'est-à-dire que les localités où on les connaît sont plus nombreuses : ce sont les *Leptodon Smithii*, *Trichostomum flavovirens*, *T. crispulum*, *T. mutabile*, *T. tophaceum*.

Une remarque intéressante qui frappe immédiatement les yeux, c'est l'abondance des espèces du genre *Trichostomum*, sur nos côtes.

Il sera peut-être intéressant aussi d'examiner la répartition de ces différentes espèces sur notre Littoral.

Le *Hypnum circinatum* et l'*Enthostodon ericetorum* n'ont pas encore été constatés au Nord de l'embouchure de la Somme. Les *Funaria calcarea*, variété *hybernica*, *Fissidens decipiens*, *Trichostomum mutabile*, *T. tophaceum* et *Othrotrichum cupulatum*, var. *riparium*, n'ont pas encore été indiqués en dehors du Bas-Boulonnais. Le *Leptodon Smithii* paraît plus fréquent sur les arbres du Bas-Boulonnais que partout ailleurs. Au contraire, le *Trichostomum flavovirens*, qui existe à Dunkerque et dans les dunes de la Somme, n'a pas encore été rencontré dans le Bas-Boulonnais.

Ces localisations paraissent assez curieuses et ne s'expliquent pas très bien. La richesse relative du Bas-Boulonnais est due en partie à la diversité des stations (dunes, falaises jurassiques, etc.) et à la présence d'une vallée de conformation spéciale, comme la Vallée-Heureuse, près de Marquise.

Les Mousses méditerranéennes qui, dans la région du Nord, ne se localisent pas sur le Littoral et se trouvent aussi dans l'intérieur de la contrée, mais en moins grande abondance, sont plus nombreuses que les précédentes. Plusieurs sont rares et peuvent paraître accidentelles; telles sont : *Cinclidotus fontinaloides*, *Hypnum Illecebrum*, *Bryum murale*, *B. carneum*, *Funaria fascicularis*, qui n'a point encore été indiqué au Nord de la vallée de la Somme, de même que les *Grimmia orbicularis*, *Barbula Hornschuchiana*, *Trichostomum Guepini*, *Pottia Starkeana*, *Gymnostomum tortile*, *G. calcareum*, *Ephemerum recurvifolium*.

Les autres sont plus communes et généralement répandues dans toute la région, tout en restant néanmoins plus fréquentes sur le Littoral. Ce sont : *Hypnum algirianum*, *Bryum atropurpureum*, *Zygodon viridissimus*, *Orthotrichum diaphanum*, *Barbula vinealis*, *B. ambigua*, *B. aloides*, *Pottia cavifolia*, *Pottia minutula*, *Phascum curvicollum*.

Quelles sont les causes qui amènent ainsi loin de leur lieu d'origine supposé les Mousses à tendances méridionales ?

Si l'on remarque que les différentes espèces citées plus haut sont toutes ou au moins la plupart localisées à peu de distance du bord de la mer, c'est aux conditions qui font du Littoral une région spéciale qu'il faut s'adresser pour avoir l'explication de ce fait de géographie botanique.

Trois conditions particulières contribuent à donner à la flore du Littoral sa physionomie spéciale.

C'est tout d'abord une influence chimique, celle du sel marin. Elle se fait sentir sur le bord immédiat de la mer, et va en décroissant rapidement si l'on s'éloigne du rivage pour gagner l'intérieur des terres.

Mais il faut éliminer cette cause pour les Mousses à tendances méridionales. Beaucoup de ces espèces croissent, en effet, dans des localités dépourvues de sel marin, ou n'en ayant pas dans des proportions suffisamment grandes pour avoir une influence sur la végétation. Si quelques espèces croissent au voisinage du rivage ce n'est jamais dans des conditions telles que les eaux salées puissent les recouvrir, même temporairement. Tout au plus les espèces qui se développent sur les falaises reçoivent-elles les embruns salins qui, par les jours de grand vent, sont emportés jusque par dessus le faîte des escarpements. De plus, ces mêmes espèces peuvent se retrouver à quelque distance du rivage, à l'abri de ces mêmes embruns.

D'ailleurs ces mêmes Mousses dans les contrées où elles se développent abondamment ne se montrent nullement halophiles. Pour toutes ces raisons il faut éliminer l'influence du sel marin des causes qui peuvent amener chez nous les espèces méditerranéennes.

Il n'en est pas de même quand il s'agit de la deuxième influence, celle de la station : le bord immédiat de la mer présente en effet des stations très caractéristiques telles que les dunes, les rochers et les éboulis des falaises, les levées de galets, etc. Certaines vallées peu distantes du bord de la mer, comme la Vallée-Heureuse, recèlent aussi des rochers qui sont très recherchés des Mousses. Mais la présence de telles conditions explique simplement la possibilité de l'existence des espèces et comme les mêmes stations se retrouvent à l'intérieur des terres, il n'y a pas de raison pour que ces végétaux soient en grande partie confinés dans une bande qui s'étend à peu de distance du bord de la mer.

C'est donc ailleurs qu'il faut chercher la cause de la première de ces Mousses et cette cause on la trouve dans la troisième condition, la condition climatérique qui caractérise le Littoral. On sait en effet que les climats marins sont tempérés, et moins sujets aux variations de température que les climats continentaux, et cette modération de la température, due à l'emmagasinement d'une certaine quantité de chaleur par la masse des eaux de l'Océan, est encore améliorée dans la Manche par la présence d'un courant chaud, le *Gulf-Stream*. Celui-ci élève de quelques degrés la moyenne de la température hibernale et permet à des espèces de contrées relativement chaudes de s'installer dans la région du Nord. L'humidité constamment assez forte de l'air, due également au voisinage de la mer, est encore une condition de modération pour le climat.

Cette influence climatérique s'exerce jusqu'à une certaine distance du rivage proprement dit, et même jusqu'à plusieurs lieues, dans l'intérieur des terres, dans certaines circonstances favorables.

Mais, pourra-t-on objecter, comment se fait-il que des Mousses recherchant un climat sec comme celui de la Région méditerranéenne, puissent prospérer sous des cieux humides comme ceux du Nord de la France. La raison est bien simple, et je laisse la parole à M. Boulay pour y répondre :

« Les Mousses spéciales de la Région méditerranéenne, dit-il, réfugiées au fond des bois, dans les ravins profonds, dans les excavations humides et abritées des rochers, trouvent, de fait, un climat plus tempéré, moins froid en hiver et plus chaud en été que celui dont les chiffres cités plus haut accusent les moyennes (1). » Et ailleurs : « Pendant la saison chaude, de mai à octobre,... les Mousses semblent avoir complètement disparu. C'est à peine si au pied de quelques murs, au fond des bois, du reste sans fraîcheur, au bord des torrents desséchés, on trouve quelques débris sans vie. Cependant si l'automne, pendant les mois de septembre et d'octobre, par des pluies douces et fréquentes, vient ranimer ces brins desséchés et favorise la germination de spores qui sommeillent, le Bryologue sera très surpris de rencontrer vers la fin de l'hiver, de janvier au milieu d'avril, des légions de Mousses intéressantes sorties comme par enchantement de ces terrains dénudés. »

---

(1) Boulay : *loc. cit.* p. 59 et 64.

On voit donc que les Mousses méditerranéennes profitent dans leur région des stations humides et des époques de l'année les plus abondantes en eau. Rien d'étonnant dès lors que le climat humide de nos contrées septentrionales leur plaise, pourvu que la chaleur qu'elles y trouvent soit suffisante.

Le voisinage immédiat de la mer suffit donc à expliquer la présence des espèces méditerranéennes sur nos côtes. Mais j'ai déjà fait remarquer ce fait que plusieurs espèces gagnent un peu l'intérieur des terres où le climat commence à être plus rude. Elles ne le font généralement que grâce à des conditions spéciales. C'est ainsi que la Vallée-Heureuse, et quelques petits vallons des environs, qui en dépendent plus ou moins, présentent à quelques lieues de la mer des stations suffisamment chaudes pour permettre à certaines Mousses de se développer. La Vallée-Heureuse est plutôt un vallon; elle est rocheuse, étroite, encaissée, ouverte seulement aux vents humides de l'Ouest, et parfaitement abritée contre les vents secs et froids. Aussi trouve-t-on là bon nombre d'espèces des pays plus chauds, telles que : *Funaria calcarea*, variété *hybernica*, *Trichostomum crispulum*, *T. mutabile*, *Phascum rectum*, *Leptodon Smithii*, *Orthotrichum cupulatum*, variété *riparium*, *Hypnum algirianum*, *Barbula vinealis*, *B. ambigua*, *B. aloides*, *Gymnostomum tortile*.

On y trouve d'ailleurs le *Cochlearia danica*, Phanérogame, qui, dans la région du Nord, se développe toujours au voisinage immédiat de la mer.

D'autre part, les Mousses à tendances méridionales ne sont pas spéciales à notre région ; on les retrouve tout le long du Littoral de la Manche et de l'Océan, en Normandie, en Bretagne et dans le Sud-Ouest de la France. M. Boulay a montré comment elles s'acheminaient vers nos régions, devenant de moins en moins nombreuses, et serrant de plus près la mer à mesure que l'on gagne des contrées plus septentrionales. Mais un fait curieux, que le même auteur a mis en évidence c'est que certaines espèces remontent au Nord en suivant la vallée du Rhône et celle de la Saône, puis passent dans la vallée du Rhin en contournant la base des massifs montageux trop élevés, comme le Jura, le Plateau Central et les Vosges, et enfin se répandent dans les massifs à basse altitude comme celui des Ardennes où M. Gravet a retrouvé un certain nombre d'espèces méditerranéennes mêlées à des espèces du Nord. C'est à cet ordre de dispersion qu'il faut rapporter, je pense, la présence d'un certain nombre de Mousses à affinités méridionales aux environs de Lille. Parmi ces espèces il faut citer : *Cinclidatis fontinaloides*, *Zygodon viridissimus*, *Orthotrichum diaphanum*, *Barbula Hornschuchiana*, *B. vinealis*, *B. ambigua*, *Trichostomum Guepini*, *Pottia Starkeana*, *P. minutula* et sa variété *rufescens*, *Phascum curvicollum*, etc.

Le climat de la plaine basse des Flandres est d'ailleurs assez voisin de celui du Littoral par sa douceur et son humidité. Ces deux conditions suffisent à expliquer la présence dans cette région de certaines espèces des contrées plus méridionales.

IV. — Espèces manquant sur le Littoral

(Caractéristiques négatives).

Un certain nombre de Mousses qui ont été trouvées sur le Littoral des régions voisines nous font défaut, ou au moins n'ont pas encore été constatées jusqu'à ce jour sur notre Littoral : elles prennent dès lors la qualification de caractéristiques négatives.

Trois espèces méridionales trouvées sur la côte anglaise du Comté de Kent qui fait face à la nôtre, n'ont pas encore été constatées sur nos rivages. Ce sont les *Barbula cuneifolia*, *B. canescens* et *B. squarrosa*. Trois autres espèces qui ont plutôt des tendances septentrionales nous manquent également et ont été trouvées dans les dunes de Southport, ce sont les *Bryum uliginosum*, *B. calophyllum* et *B. Marattii*.

Plusieurs espèces se trouvent sur les côtes de Normandie et de Bretagne, qui pourraient se retrouver également sur notre Littoral, la plupart ont des affinités septentrionales : elles se retrouvent soit dans les montagnes, soit dans les côtes occidentales de l'Angleterre et de l'Irlande. Ce sont : *Pottia Wilsoni*, *P. asperula*, *P. viridifolia*. *P. crinita*, *Trichostomum littorale*, *Campylopus brevifolius*, *C. atrovirens*, *Dicranum Scottianum*, *Zygodon conoideus*, *Grimmia maritima* et *Discelium nudum*.

Les côtes de Belgique, peu variées dans leurs stations, n'offrent guère d'espèces que nous ne possédions pas. La plus importante à citer est le *Bryum uliginosum*.

On voit par ce court exposé que les caractéristiques négatives de notre Littoral, au point de vue bryologique, sont nombreuses. Elles se rattachent en grande partie aux genres *Barbula*, *Bryum* et *Pottia*.

V. CONCLUSIONS.

De ce court résumé de nos connaissances sur les Mousses du Littoral du Nord de la France, il résulte les quelques conclusions suivantes :

1° L'influence du sel marin, si sensible pour un grand nombre de Phanérogames, est nulle ou presque nulle pour les Mousses de notre région, elle serait plutôt répulsive qu'attractive.

2° Un assez grand nombre de Mousses de la région méditerranéenne, attirées par le climat, remontent jusque dans le Nord de la France, en suivant principalement les côtes de l'Océan et de la Manche.

3° Elles sont mêlées à quelques espèces à tendances septentrionales, qui d'ailleurs sont peu nombreuses, la plupart de celles qui ont une affinité marquée pour les régions froides et qui se trouvent dans les contrées avoisinantes (Normandie, Angleterre, Belgique), faisant défaut ou étant inconnues dans le Nord de la France.

4° Le fond de la végétation bryologique du Littoral est formé de Mousses communes et vulgaires qui ne diffèrent pas de celles du continent et que l'on peut rattacher à la Flore de la zone moyenne des forêts, telle que l'entend M. Boulay (1). Quelques-unes cependant sont plus communes sur le Littoral que dans l'intérieur du Continent (2).

(1) Boulay : *loc. cit.*

(2) Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

RECHERCHES

SUR LA

GERMINATION DES GRAINES

OLÉAGINEUSES

par **M. LECLERC DU SABLON** *(Suite).*

Formation des graines du Ricin. — J'ai étudié la formation des graines du Ricin à l'aide des pieds cultivés dans le jardin des plantes de Toulouse. Les premières graines ont été cueillies le 18 septembre et les autres de plus en plus tard jusqu'au mois de novembre alors que les graines paraissaient arrivées à leur complet développement.

Le tableau 14 donnera une idée de l'état de développement où les graines étaient arrivées au moment de la cueillette. Ce tableau indique en effet, avec la date de la cueillette, le nombre de graines cueillies, le poids de ces graines au moment de la cueillette et après un sejour de trois jours dans l'étuve à 45°.

Tableau 14

Date de la cueillette	Nombre de graines	Poids des graines fraiches	Poids des graines sèches	Poids d'une graine sèche
		gr.	gr.	gr.
18 septembre	90	54.530	3.605	0.040
27 »	50	28.299	2.395	0.048
5 octobre	45	22.875	3.316	0.073
15 »	35	15.630	5.632	0.160
28 »	25	13.609	5.035	0.201

Les dosages d'huile et d'hydrate de carbone, qui font l'objet des tableaux suivants, ont été faits avec les graines cueillies dans les conditions indiquées dans le tableau 14. Les graines récoltées le 28 octobre, bien que paraissant complètement développées, n'ont pas encore atteint le poids des graines adultes qui est en moyenne de 0 gr. 4 ; mais les graines récoltées plus tard n'avaient pas un poids sensiblement supérieur à 0 gr. 21. On peut donc conclure que dans les conditions de milieu où se trouvaient les plantes qui m'ont servi, les graines ne pouvaient pas se développer davantage.

Le tableau 15 indique la proportion d'huile renfermée dans les graines aux différentes époques.

Tableau 15

Poids d'une graine sèche	Poids de la matière sèche	Huile	Huile 0/0 de matière sèche	Baryte 0/0 de matière sèche
gr.	gr.	gr.		
0.040	1.855	0.105	5.6	0.4
0.048	1.259	0.219	17.3	0.7
0.073	1.516	0.522	34.4	0.6
0.160	2.527	1.359	53.7	0.3
0.201	2.795	1.655	59.2	»

Au point de vue de la teneur en huile les graines traversent donc les mêmes phases pendant leur formation que pendant leur germination, mais en sens inverse. Dans le dernier lot étudié la quantité d'huile n'est pas encore aussi grande que dans les graines mûres ordinaires, mais j'ai vérifié que dans les conditions de milieu où se trouvaient les pieds de Ricin qui ont produit ces graines la proportion d'huile ne dépassait pas 60 °/₀. La proportion d'acide gras est plus faible que dans les graines en germination et présente son maximum dans la première moitié de la période de formation.

Le tableau 16 indique la proportion de glucose et de saccharose.

Tableau 16

Poids d'une graine sèche	Poids de la matière sèche	Glucose	Saccharose	Glucose 0/0 de matière sèche	Saccharose 0/0 de matière sèche
gr.	gr.	gr.	gr.		
0 040	1.750	0.285	0.130	16.2	7.4
0.048	1.136	0.077	0.053	6.7	4.6
0.073	1.800	0.040	0.070	2.2	3.8
0.160	3.105	0.022	0.040	0.7	1.5
0.201	2.258	0.015	0.025	0.6	1.1

Pour les sucres comme pour l'huile, les variations qui se produisent pendant la formation de la graine sont donc inverses de celles qui ont été observées pendant la germination.

En traitant directement par l'eau la matière épuisée par l'éther et en faisant bouillir avec de l'acide chlorhydrique étendu la dissolution ainsi obtenue, on peut doser à l'état de glucose l'ensemble des hydrates de carbone solubles dans l'eau. En comparant le résultat de ce dosage avec les proportions de sucres extraites par l'alcool, on constate une différence de 7 °/₀ pour le premier dosage, de 3 °/₀ pour le second, de moins de 1 °/₀ pour les autres. Nous savons que, d'une façon générale, ces différences correspondent aux dextrines qui se trouvent dans les graines. C'est donc seulement au commencement de la formation de la graine, comme à la fin de sa germination, que la quantité de dextrine est notable.

Il est probable que les réactions qui aboutissent à la synthèse de l'huile dans la jeune graine sont les réactions inverses de celles qui ont pour résultat la digestion de cette même huile pendant la germination.

Il semble, d'autre part, que les diastases jouent un rôle important dans la formation de la graine. Si, en effet, on dose le glucose dans la dissolution obtenue en traitant par l'eau pendant 24 heures la matière épuisée par l'éther, on trouve une quantité de glucose beaucoup plus grande que dans l'extrait alcoolique ; on sait qu'il faut attribuer cette différence à l'action des diastases sur le sucre non réducteur et d'autres hydrates de carbone. Dans le premier dosage effectué, la quantité de glucose ainsi produite par les diastases s'élève à 9 °/₀.

La présence,dans les graines en voie de formation, d'une diastase pouvant transformer en glucose d'autres hydrates de carbone rend plausible l'hypothèse que les hydrates de carbone arrivent dans la graine sous forme de dextrines ou de sucre non réducteur, puis sont transformés en glucose dans la graine ; c'est le glucose qui sert ensuite à la formation de l'huile. Dans cette question il est d'ailleurs difficile de faire autre chose que des hypothèses, car la marche des phénomènes est compliquée par les échanges entre la graine et la plante qui la nourrit, échanges dont la nature nous est inconnue. Ce qui semble cependant résulter d'une façon nette des dosages qui précèdent c'est que les hydrates de carbone sont d'une façon générale les principaux matériaux qui permettent à l'activité protoplasmique de produire la synthèse de l'huile.

L'étude de la respiration des graines oléagineuses envoie de formation pourrait dans une certaine mesure fournir une vérification aux résultats précédents. On sait, en effet, que pendant la germination, alors que les huiles sont transformées en hydrates de carbone le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est beaucoup plus petit que 1, il y a fixation d'oxygène ; pendant la formation de la graine, au contraire, alors que les hydrates de carbone ont transformés en huile ; il semble qu'il devrait y avoir dégagement d'oxygène ; le rapport $\frac{CO^2}{O}$ devrait être plus grand que 1. C'est un point à vérifier.

CANNABIS SATIVA : *Chanvre.*

J'ai employé des graines entourées de leur péricarpe, telle qu'on les trouve dans le commerce. Le poids du péricarpe est donc toujours compris dans le poids de la matière analysée, même lorsque la germination est assez avancée pour que la plantule se soit complètement séparée du péricarpe ; il est indispensable de procéder ainsi pour rendre les mesures comparables.

Corps gras.—Dans les graines non germées, la proportion d'huile varie entre 28 °/₀ et 30 °/₀. Cette proportion comme toutes celles qui seront indiquées dans ce travail, étant rapportée au poids total de la matière analysée qui a été desséchée à 45°.

Le tableau suivant indique la façon dont la teneur en huile diminue pendant la germination.

Tableau 17

Longueur de la radicule	Durée de la germination	Poids de la matière sèche	Poids de l'huile	Huile 0/0 de matière sèche
cent.	jours	gr.	gr.	
0	0	6.976	2.113	30
0.8	1	5.917	1.830	30
2.0	2	2.997	0.736	24
2.5	4	3.345	0.594	17
5.0	6	2.762	0.397	14

On remarquera qu'au début de la germination, la proportion d'huile reste stationnaire; quelquefois même, elle semble diminuer légèrement ; bien que cette diminution n'excède pas les différences qu'on observe entre deux échantillons distincts, on peut très bien admettre que la proportion d'huile augmente réellement au début de la germination, bien que le poids absolu de l'huile diminue. On sait, en effet, que, pendant la germination, le poids sec de la graine diminue; il est donc fort possible qu'au début la diminution du poids du total soit plus rapide que la diminution du poids de l'huile.

Lorsque la radicule a atteint une longueur de 5^{cm}, la tigelle a environ 2^{cm} de longueur et les cotylédons sont complètement épanouis; on peut donc considérer la période germinative comme terminée; on voit qu'à ce moment la proportion d'huile est encore assez considérable. Les différentes séries de dosages que j'ai opérées m'ont donné à peu près les mêmes résultats; il est donc inutile de reproduire plusieurs tableaux.

La recherche des acides gras m'a fourni des résultats très variables, suivant les séries de graines examinées; il est donc difficile d'indiquer la quantité absolue d'acide gras qui se trouve dans les graines à une période donnée de la germination. Mais on peut donner une idée du sens des variations, car, dans chaque série d'expériences, la proportion d'acide gras a varié dans le même sens. Très faible dans la graine non germée, cette proportion augmente avec le développement de la plantule, atteint un maximum lorsque la radicule a une longueur d'environ 3 centimètres, puis diminue ensuite. Le tableau suivant donnera une idée de la façon dont varie la proportion d'acide gras dans les graines. Les quantités d'acide gras sont représentées dans ce tableau par le poids de baryte (BaO HO) nécessaire pour neutraliser les corps gras.

Tableau 18

Longueur de la radicule	Poids de la matière sèche	Poids de la baryte	Poids de la baryte 0/0 de matière sèche	Baryte 0/0 d'huile
cent.	gr.	gr.	gr.	
0	5.251	0.017	0.3	1.0
0.5	7.783	0.073	0.9	3.1
2.0	7.221	0.168	2.3	8.5
3.0	4.590	0.189	4.1	17.3
4.0	5.139	0.158	3.0	17.5
5.0	2.981	0.080	2.6	18.5

Le proportion d'acide gras par rapport au poids de matière analysée présente donc un maximum dans le courant de la période germinative, au lieu de croître constamment comme dans la graine de Ricin.

La quantité d'acides gras trouvée par M. Schmidt dans des plantules ayant une radicule longue de 2^{cm} est un peu plus faible que celle indiquée dans le tableau 18. La dernière colonne verticale montre que la proportion d'acide gras par rapport au poids de l'huile augmente pendant la première partie de la période germinative, puis reste à peu près stationnaire.

Sucres. — On a vu comment le glucose est extrait par l'alcool de la matière déjà épuisée par l'éther. Le tableau 19 montre la façon dont la proportion de glucose augmente pendant la germination.

Tableau 19

Longueur de la radicule — cent.	Poids de la matière sèche — gr.	Glucose — gr.	Glucose 0/0 de matière sèche —
0	5.251	traces	0
0.8	6.210	0.022	0.3
2.0	3.071	0.037	1.2
2.5	3.173	0.070	2.2
5.0	3.420	0.105	3.0

La proportion de glucose, nulle avant la germination, augmente pendant toute la période germinative au moins dans les limites de mes expériences. Il est toujours bien entendu que par glucose j'entends, non seulement le glucose proprement dit, mais l'ensemble des sucres réducteurs qui peuvent se trouver dans la dissolution.

Le liquide qui renferme le glucose peut aussi contenir du saccharose et d'une façon générale des sucres non réducteurs. Les variations du saccharose sont indiquées par le tableau 20.

Tableau 20

Longueur de la radicule — cent.	Poids de la matière sèche —	Saccharose — gr.	Saccharose 0/0 de matière sèche —
0	5.251	0.075	1.4
0.8	6.210	0.040	0.6
2.0	3.071	0.052	1.6
2.5	3.173	0.060	1.8
5.0	3.420	0.095	2.7

On remarque d'abord sur ce tableau que les graines non germées qui ne renfermaient pas de glucose contiennent une quantité notable de saccharose. Comme dans la graine de Ricin, le saccharose est ici une matière de réserve non directement assimilable. Au commencement de la germination la proportion de saccharose diminue pendant que la proportion de glucose augmente ; c'est que le saccharose en réserve dans la graine est digéré et transformé en glucose assimilable. Mais après être passée par un minimum, la teneur en saccharose augmente et continue à croître en même temps que la teneur en glucose jusqu'à la fin de la période germinative; cela tient à ce que la digestion de l'huile donne lieu à la production de nouvelles quantités de saccharose. Les quantités de sucre que j'ai indiquées pour les graines de Chanvre dans une note publiée dans les Comptes Rendus le 8 octobre 1894 sont trop grandes tout en étant entre elles dans un rapport exact.

Les graines de Chanvre renferment encore une certaine proportion d'hydrates de carbone insolubles dans l'alcool, solubles dans l'eau et pouvant se transformer en glucose sous l'action de l'acide chlorhydrique. Ces composés qu'on peut réunir sous le nom de dextrines existent en quantité très faible au début de la germination, puis leur proportion par rapport au poids de la matière sèche augmente et peut atteindre 3 °/₀.

Diastases. — Il est facile de mettre en évidence la présence de diastases dans la graine en voie de germination. Si, en effet, on traite par l'eau la matière épuisée par l'éther et qu'on dose directement le glucose dans la dissolution ainsi obtenue, on devrait trouver, s'il n'y avait pas de diastases dans la dissolution, une quantité de glucose égale à celle qui est indiquée par le tableau 19. Mais on remarque que la quantité de glucose est plus grande et qu'elle est d'autant plus grande qu'on a laissé la matière macérer plus longtemps dans l'eau ; au bout de 24 heures de macération, la quantité de glucose est à peu près égale à la quantité totale de glucose trouvée après l'action de l'acide chlorhydrique. A ce moment tous les hydrates de carbone solubles ont donc été transformés en glucose. Cette seule remarque suffirait à démontrer que l'eau, en dissolvant les hydrates de carbone, a dissous aussi les diastases de la graine et que ce sont ces diastases qui ont transformé les hydrates de carbone en glucose ; mais on peut donner de ce fait une démonstration directe.

Je prends 6 gr. 696 de graines desséchées dont la radicule a atteint 1^{cm} de longueur; j'extrais l'huile ; je traite le résidu par l'alcool à 85° qui dissout les sucres et laisse les diastases. En utilisant la moitié seulement de la dissolution, je dose les sucres. Je trouve que l'alcool a extrait 0 gr. 050 de sucre réducteur et 0 gr. 17 de sucre non réducteur.

Je traite ensuite par l'eau la matière épuisée par l'alcool. J'ai ainsi un liquide qui renferme en dissolution les diastases qui pouvaient se trouver dans la graine et une quantité de glucose à peu près nulle comme je le constate directement avec la liqueur de Fehling. Je mélange alors cette dissolution renfermant les diastases à la dissolution qui renferme 0 gr. 050 de sucre réducteur et 0 gr. 17 de sucre non réducteur. J'abandonne ce mélange pendant 24 heures et au bout de ce temps je dose le glucose. Je constate alors que tout le sucre non réducteur s'est transformé en sucre réducteur.

Il y avait donc des diastases dans l'extrait aqueux que j'ai mélangé à l'extrait alcoolique et ces diastases agissent dans les conditions de l'expérience comme elles le font dans la plante vivante et sans doute même avec beaucoup plus d'énergie et de rapidité.

BRASSICA OLERACEA ; *Colza*.

Les graines de Colza germent très vite et assez régulièrement. Afin de pouvoir recueillir toutes les parties des jeunes plantules, il est préférable de mettre les graines directement sur de la terre poreuse sans interposition de papier buvard ; on les recouvre seulement avec du papier.

Corps gras. — Le tableau 21 montre la diminution de la teneur en huile pendant la germination.

Tableau 21

Duree de la germination	Longueur de la radicule	Poids de la matière sèche	Huile	Huile 0/0 de matière sèche
—	—	—	—	—
Jours	cmt	gr.	gr.	
0	0	6.314	2.589	41.0
2	0.4	5.936	2.347	39.5
2 1/2	1.5	4.222	1.254	29.6
3	1 7	4.582	1.276	27.8
4	2.2	5.058	0 889	17.5
5	2.4	6 654	1.024	15.3
6	3.5	3.778	0.546	14.3
7	4.0	3.705	0.439	11.8

Les plantules du dernier lot ont une tigelle longue de plus de trois centimètres et des cotylédons complètement épanouis. Il ne m'a pas paru intéressant de faire durer les germinations plus longtemps pour ne pas avoir affaire à des plantes s'éloignant trop des conditions normales par suite d'un étiolement prolongé.

Dans d'autres séries d'expériences, la proportion d'huile décroît plus lentement que ne l'indique le tableau 21 et, au bout de 8 jours de germination, est encore de 20 °/₀. Ces variations étendues, que j'ai retrouvées d'ailleurs dans d'autres graines, proviennent sans doute des conditions défectueuses où végètent les jeunes plantes; quelque soin que l'on prenne, il est difficile de les préserver, au moins à certains moments, d'un excès de sécheresse ou d'un excès d'humidité; il m'a paru qu'une sécheresse relative favorisait une diminution plus rapide de la proportion d'huile.

Acides gras.—Les acides gras sont mélangés à l'huile neutre dans une proportion plus considérable que dans la plupart des autres graines. Le tableau 22 indique la quantité de baryte nécessaire pour neutraliser les corps gras extraits des graines en germination.

Tableau 22

Longueur de la radicule	Poids de la matière sèche employée	Poids de la baryte	Baryte 0/0 de matière sèche	Baryte 0/0 d'huile
cm.	gr.	gr.		
0.	6.314	0.0526	0.8	2.0
0.4	5.936	0.0800	1.3	3.4
1.5	4.222	0.1939	4.5	15.4
1.7	4.582	0.2255	4.9	17.6
2.2	5.058	0.1686	3.3	18.9
2.4	6.554	0.1897	2.8	18.5
3.5	3.778	0.1054	2.7	19.3
4.0	3.705	0.0885	2.3	20.1

La proportion d'acide gras par rapport à la matière employée passe donc par un maximum vers une certaine période de la germination, tandis que dans le Ricin cette proportion augmentait continuellement. Si l'on prend la proportion d'acide gras (ou de baryte, ce qui revient au même, à un facteur constant près) non plus par rapport à la matière analysée, mais par rapport au poids de corps gras qui se trouve dans cette matière, on voit que la proportion va en croissant pendant toute la période germinative étudiée, comme l'indique la cinquième colonne du tableau 22.

M. Muntz (1) a montré la production d'acides gras dans les graines de Colza, de Radis et de Pavot de la façon suivante : il traitait les corps gras extraits des graines en germination par l'alcool absolu et remarquait que l'alcool dissolvait d'autant plus de corps gras que la germination était plus avancée ; or, on sait que d'une façon générale, les acides gras sont solubles dans l'alcool et les huiles insolubles. Mais comme le fait remarquer l'auteur lui-même, l'alcool chargé d'acide gras peut dissoudre une certaine quantité d'huile ; cette méthode n'est donc pas d'une grande précision.

---

(1) Muntz : *Sur la germination des graines oléagineuses* (Boussingault, agronomie, tome V, page 50).

Sucres. — Le tableau 23 indique la quantité de glucose qui se trouve dans les graines de Colza en germination.

Tableau 23

Longueur de la radicule — cent.	Poids de la matière sèche — gr.	Glucose — gr.	Glucose 0/0 de matière sèche —
0	6.314	0	0
0.2	3.947	0.025	0.6
0.6	3.844	0.045	1.1
1.5	4.068	0.072	1.7
2.0	3.935	0.110	2.7
2.5	2.329	0.072	3.1
3.0	2.997	0.105	3.5

Comme dans les autres graines, la proportion de glucose croît donc régulièrement dans les graines de Colza pendant toute la période germinative étudiée.

Le tableau 24 indique la quantité de sucre non réducteur et de dextrine qui se trouve dans des graines prises dans les mêmes conditions que pour le tableau 23.

Tableau 24

Longueur de la radicule — cmt	Saccharose — gr.	Saccharose 0/0 de matière sèche —	Dextrine 0/0 de matière sèche —
0	0.150	2.3	0.4
0.2	0.117	2.9	0.6
0.6	0.092	2.4	2.6
1.5	0.070	1.7	3.7
2.0	0.082	2.0	3.6
2.5	0.042	1.8	2.3
3.0	0.050	1.6	2.5

Les poids des matières sèches employés pour doser le saccharose sont les mêmes que dans le tableau 23. La graine non germée, renferme, on le sait, une certaine quantité de saccharose comme matière de réserve; puis d'une façon générale la proportion de saccharose diminue. Si l'on se rapporte à ce qui a été dit au sujet de la présence du saccharose dans les graines de Ricin, il paraîtra probable que le saccharose de la graine non germée est partiellement au moins interverti et consommé par la plantule et que, d'autre part, la digestion de l'huile donne naissance à une certaine quantité de sucre non réducteur qui ne se trouve qu'à l'état transitoire.

Il faut bien remarquer que c'est surtout par analogie avec ce qui se passe dans la graine de Ricin que l'on peut se rendre compte du mode de formation du sucre non réducteur, car, dans le Colza, les proportions de sucre sont trop faibles pour qu'on puisse en établir l'origine avec quelque certitude.

La dernière colonne du tableau montre que la proportion des dextrines augmente sensiblement au début de la germination. La présence de la dextrine peut s'expliquer en supposant que les matières grasses, en s'oxydant et se décomposant, passent par l'état de dextrines et de sucre non réducteur avant de se transformer en glucose.

Les diastases pouvant transformer divers hydrates de carbone en glucose peuvent être mises en évidence dans les graines de Colza comme dans celles de Chanvre. Si l'on laisse macérer dans l'eau pendant 24 heures la matière épuisée par l'éther, on constate que les dextrines et les sucres non réducteurs sont transformés en glucose. Il importe donc, pour doser exactement les sucres, de les extraire avec l'alcool et non avec l'eau.

(A suivre).

REVUE DES TRAVAUX

SUR LES

BACTÉRIES ET LES FERMENTATIONS

PUBLIÉS PENDANT L'ANNÉE 1892

I. — Comme les années précédentes nous rendrons compte d'abord des travaux relatifs à la morphologie générale des microorganismes. La question de l'existence des noyaux dans les cellules des Bactéries et des levures a été encore l'objet de plusieurs recherches, dont les résultats ne paraissent pas parfaitement décisifs. D'après les observations de M. Bütschli et de M. Zettnow que nous avons résumées dans notre dernière revue, le noyau constituait à lui seul le contenu presque tout entier de la cellule de bactérie, chez les espèces étudiées. Pour M. Zukal (1), les grains qui se rencontrent dans les bactéries sont, comme l'a supposé Ernst, et contrairement à l'interprétation de Bütschli, des noyaux. Chaque Bactérie possède un noyau, le plus souvent très petit. Le noyau, chez les Bactéries, se transforme facilement en spore, et du nombre des spores on peut, après coup, conclure à celui des noyaux. Les petites formes et les Bactéries chez lesquelles il ne se forme qu'une spore centrale n'ont qu'un noyau ; celles qui forment deux spores terminales ont deux noyaux ; les grandes formes, les Desmobactéries et une partie des Eubactéries de Schrœter ont plusieurs noyaux.

Les procédés de coloration ont, dans ce genre d'études, une importance capitale. M. Nils Sjöbring (2), après en avoir essayé un grand nombre, a obtenu les meilleurs résultats avec le suivant : fixation dans l'acide nitrique, seul ou avec alcool, sans dessiccation préalable ; coloration avec le bleu de carbolmèthylène, ou le rouge carbol-magenta ; décoloration dans l'acide nitrique ; examen dans la glycérine ou dans l'eau. Les préparations de Bactéries ainsi traitées ont présenté deux sortes de grains : 1° de petits granules placés à la périphérie, qui se colorent d'une manière particulièrement intense au rouge carbol-magenta ; on les trouve dans presque tous les bâtonnets (*m*, fig. 20) ; 2°

---

(1) Zukal : *Ueber den Zellinhalt der Schizophyten* (Ber. d. deut. bot. Ges. X. 51. — analysé dans Centralbl. f. Bakter. u. Parasit. XII, 862).

(2) Nils Sjöbring : *Ueber Kerne und Theilungen bei den Bakterien* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. XI. 65).

de petits granules réunis en une seule masse brillante, centrale, ressemblant, dans les préparations non colorées, à des vacuoles. L'auteur regarde ces masses comme des noyaux. Ceux-ci ne sont pas toujours nettement différenciés du corps de la cellule. Leur contenu est une masse faiblement colorée en bleu ou en violet, à l'intérieur de laquelle se trouvent des granules fortement colorés en bleu. La disposition de la substance colorable à l'intérieur du noyau est tantôt analogue à celle du noyau au repos des cellules plus élevées en organisation (*a*, *b*, *d*, fig. 20), tantôt voisine de celle qui se rencontre chez le noyau en état de division karyokinétique (*c*, *e*, *g*, fig. 20).

Le contenu des microcoques est analogue à celui des bacilles (*h*, *i*, *j*, *k*, *l*, fig. 20). Mais l'auteur n'y a pas rencontré l'image des noyaux au repos.

Des études du même genre ont déjà été faites sur les levures. Plusieurs observateurs ont vu des noyaux dans les cellules de levure ; d'autres en ont nié l'existence. M. Mœller (1) a repris cette question en s'attachant à perfectionner les procédés de coloration.

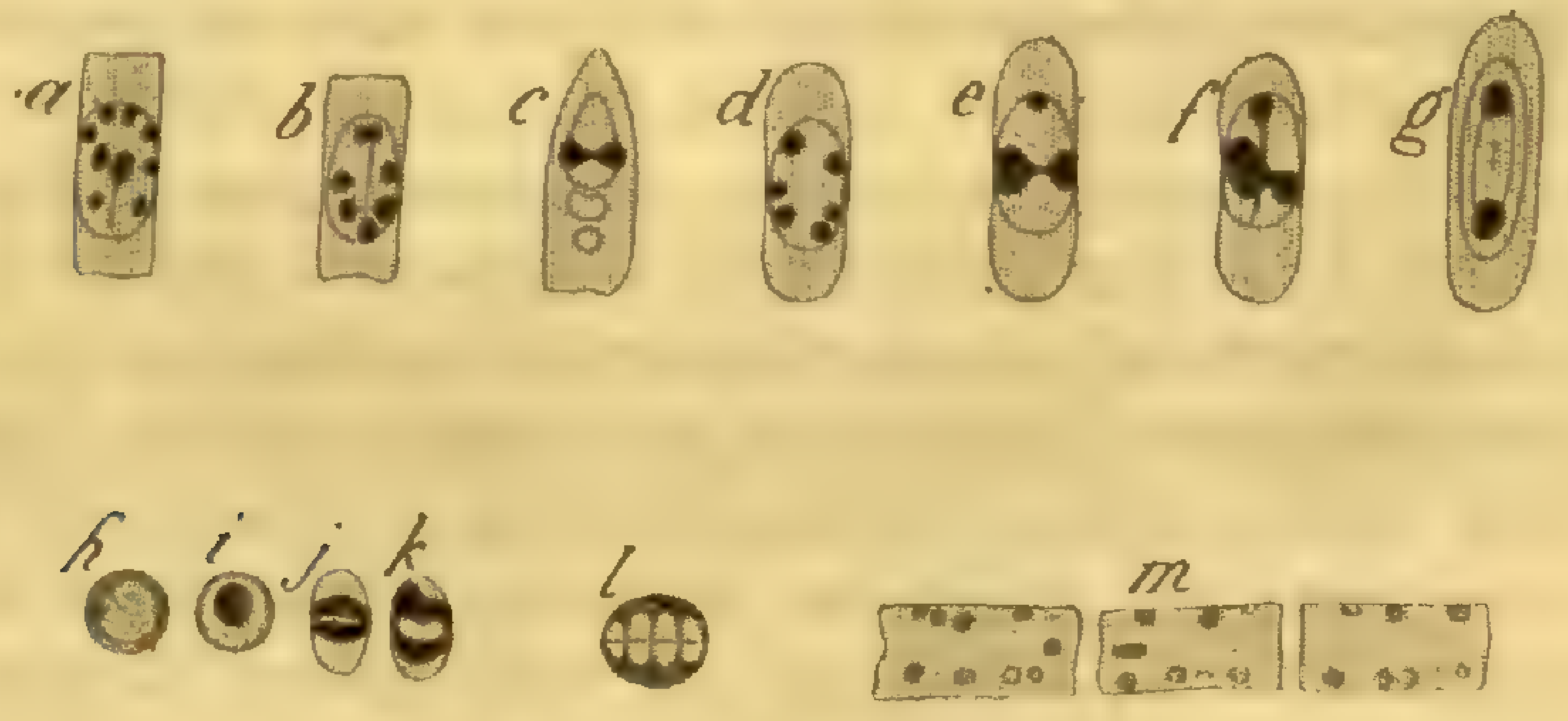


Fig. 20 à 35. — *a*, *b*, *c*, *m*, *Bacillus anthracis* ; *d*, *e*, *f*, *g*, un bacille du foin ; *h*, *i*, *j*, *k*, *l*, choléra des poules.

Les cultures pures de levure ne donnent pas les meilleurs résultats : les procédés qu'on emploie pour obtenir de la levure pure donnent des cellules petites, d'une croissance lente, à membrane singulièrement résistante, ce qui rend souvent très difficile la fixation et la coloration. La levure de bière ordinaire s'est montrée plus avantageuse avec ses cellules plus volumineuses, à membrane plus mince, sans compter la facilité beaucoup plus grande avec laquelle on l'a sous la main.

Pour la *fixation*, l'auteur emploie une solution à 1 % d'iodure de potassium, saturée d'iode. Cette solution est parfois trop concentrée, alors on l'étend à 10 volumes ou bien on emploie l'eau iodée.

Il faut distinguer la *fixation* et le *durcissement*. Ce sont deux opérations différentes qui toutes deux doivent être parfaitement exécutées si l'on veut obtenir une bonne coloration. Les cellules de levure sont bien fixées par la solution d'iode dans l'iodure de potassium, mais pour qu'elles soient bien durcies, il faut prolonger pendant un jour l'action de la solution iodée, puis laver à l'eau et à l'alcool étendu, et enfin laisser séjourner un ou deux jours dans l'alcool absolu. Le durcissement était d'autant meilleur que l'action de l'alcool absolu avait duré plus longtemps. On peut gagner du temps en chauffant à plusieurs reprises l'alcool jusqu'à l'ébullition. Ensuite il est avantageux de laisser la préparation pendant un jour dans le chloroforme ; cela permet d'obtenir une coloration plus claire.

---

(1) Mœller : *Ueber den Zellkern und die Sporen der Hefe*. (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. XII, 537).

La préparation étant bien fixée et bien durcie, la *coloration* des noyaux s'est effectuée aussi bien avec l'une quelconque des solutions colorantes essayées, solutions d'hématoxyline ou des diverses couleurs d'aniline.

Après la coloration vient la *différenciation*. Les noyaux des cellules retiennent la matière colorante avec un peu plus d'énergie que ne le fait le protoplasma, mais la différence est très faible ; aussi est-il difficile d'arriver au degré convenable de décoloration. Il faut employer des décolorants très peu énergiques. L'auteur emploie la glycérine étendue de son volume d'eau ou même plus étendue.

Pour la *conservation*, le moyen le plus simple est de laisser sécher la préparation à l'air, puis de la monter dans le baume de Canada ou la solution de styrax ou de résine Dammar ; mais bien souvent les cellules ainsi traitées se ratatinent ; il vaut mieux monter dans un liquide conservateur, et celui que l'auteur préfère est la solution de sucre (le sirop simple des pharmaciens).

L'emploi de ces procédés d'observation a conduit aux résultats suivants. Chaque cellule de levure a un noyau, dont la grosseur est très variable. La forme en est le plus souvent ronde, quelquefois elle est aplatie en disque. M. Hansen a déjà vu le noyau sans coloration, en observant de vieilles cultures dans l'eau. M. Mœller, aussi, a fréquemment observé le noyau dans les cellules vivantes, visible comme une formation peu brillante, rougeâtre pâle, plus homogène que le protoplasma, formation qui, dans les cellules où elle se distingue nettement du protoplasma, frappe par sa grosseur. Il pense que bien souvent les observateurs peu exercés ont pris le noyau pour une vacuole. Dans les préparations colorées, on n'aperçoit, même avec un fort grossissement, ni nucléole, ni membrane du noyau. D'ailleurs on n'a encore jamais observé de membrane nucléaire chez les champignons, peut-être parce qu'elle est trop mince, mais on a quelquefois observé un nucléole dans le noyau des cellules de champignons.

La situation du noyau dans la cellule est variable. Il se trouve fréquemment, chez les cellules rondes, au centre ; mais le plus souvent il est plus rapproché d'un côté de la paroi ; dans les cellules au repos de forme ovoïde il se trouve généralement à l'extrémité pointue. Le noyau paraît pouvoir facilement changer sa position dans la cellule par des altérarions de forme amiboïdes ; ainsi il peut s'étirer en fil, et de la sorte. pendant le bourgeonnement, pénétrer dans le tube étroit qui relie la cellule-fille à la cellule-mère. Plus tard, le fil qui réunit les deux parties du noyau se rompt, et la substance nucléaire s'arrondit de nouveau dans les deux cellules, mais les deux noyaux continuent encore longtemps à se trouver en regard l'un de l'autre, appliqués le long des parois des deux cellules.

Les *granules* ou *microsomes* des cellules de levure ne se colorent pas par les mêmes procédés que le noyau. On les rend facilement visibles en employant les solutions des couleurs d'aniline dans l'aniline ou dans le phénol, ou le bleu de méthylène de Lœffler, ou la coloration de Gram ; on surcolore la préparation par l'ébullition, puis on différencie par les décolorants les plus énergiques, comme l'acide acétique à 2 °/₀. Les granules sont alors nettement teints, mais ordinairement les noyaux ne le sont pas. La nature et le rôle de ces granules n'ont pas encore été étudiés d'une manière approfondie.

L'auteur a étendu son étude aux spores de la levure.

Pour obtenir la sporulation il lave la levure à l'eau à plusieurs reprises, puis en introduit un peu dans une goutte d'eau pendante sur une lamelle, et place celle-ci sur la chambre humide de de Bary. Au bout de 3-4 jours, à la température de la chambre, les spores étaient formées en grand nombre.

Les procédés qui colorent bien les noyaux ne colorent presque jamais les spores. Ces dernières se colorent très facilement par l'ébullition avec la solution de Ziehl. et conservent la matière colorante après lavage à l'acide sulfurique à 4 o/o, de sorte qu'ensuite la double coloration au moyen d'une couleur verte ou bleue est possible.

L'étude des spores colorées montre ce premier fait remarquable, que les spores ne se forment pas simultanément, comme devraient le faire des ascospores, mais bien l'une après l'autre, et en nombre très variable. Le protoplasma de la cellule n'est pas employé tout entier à la formation des spores. Même quand celles-ci sont mûres il reste une mince couche de protoplasma colorable tapissant la paroi.

En second lieu il n'a pas été possible de déceler un noyau dans les spores; on y a trouvé seulement parfois des grains très petits, en nombre variant de 1 à 4.

Enfin on ne trouve pas non plus, dans les prétendues spores de levure, trace de membrane.

Ces formations qui ne possèdent ni noyau ni membrane ne peuvent pas être considérées comme des spores.

L'auteur n'a pas non plus observé la mise en liberté de ces formations par rupture ou destruction de la membrane de la cellule-mère, ni leur revivification dans une nouvelle solution nutritive. Il ajoute une dernière raison pour leur refuser la qualité de spores. On sait aujourd'hui, dit-il, que la vraie sporulation se produit pendant la végétation la plus active et sous l'influence d'une alimentation luxuriante, et non pas, comme cela a lieu pour les formations en question, en conséquence d'une privation de nourriture durant plusieurs jours, dans un milieu qui ne contient que de l'eau et de l'air.

Il conclut que les levures ne forment pas de spores, qu'elles ne possèdent ni asques comme le supposaient de Bary et Rees, ni sporanges comme l'admettait Brefeld, qu'en un mot il ne s'y trouve aucune forme de fructification.

Il a d'ailleurs examiné au même point de vue les levures des Ustilaginées, et a trouvé que dans celles-là aussi chaque cellule contient un noyau.

« Comme avec l'identité de bourgeonnement, la présence d'un seul noyau cellulaire et l'absence de tout organe spécial de fructification, il ne subsiste plus aucune différence morphologique entre les sporidies des Ustilaginéés et les levures de culture, il faut, conclut-il, rayer définitivement, selon la proposition de Brefeld, le genre *Saccharomyces.* »

Nous ferons remarquer que des observations négatives ne peuvent pas prévaloir contre des observations positives. Or, dans notre précédente revue, nous avons rendu compte d'un travail de M. Hansen dans lequel ce dernier a vu les membranes des spores de levure, ainsi que leur bourgeonnement. Il est donc prudent de ne pas accepter sans réserve les conclusions de M. Mœller (1).

II. — Nous avons à signaler un grand nombre de travaux relatifs à la physiologie des microorganismes.

La nutrition de ces êtres relativement simples présente des problèmes d'un grand intérêt : tel principe chimique est assimilable pour un organisme et ne l'est pas pour un organisme voisin, et de même tel organisme assimile un principe chimique et n'assimile pas un principe voisin.

M. Beyerinck (2) a étudié à ce point de vue la nutrition de divers organismes appartenant au groupe des *Saccharomyces*, et particulièrement celle du *Saccharomyces mycoderma* (*Mycoderma vini* de Pasteur).

Les substances alimentaires utilisées par les microorganismes peuvent être réparties en trois groupes : aliments minéraux non azotés, aliments azotés, aliments carbonés. Occupons-nous seulement des deux derniers groupes.

Aliments azotés. — Ces aliments peuvent être classés eux-mêmes en : 1° *amides* et *peptones*, 2° sels d'*ammoniaque*, 3° *nitrites* et *nitrates*. Or, les levures du vin et de la bière utilisent volontiers les amides, par exemple l'asparagine (mais non l'urée), et tout particulièrement la peptone. Les sels d'ammoniaque ne sont que très difficilement et très lentement assimilés par ces levures. Au contraire, le *S. Mycoderma* se nourrit aussi bien, et même mieux, de sel ammoniacal que d'amides et de peptones. Les nitrites ne sont des sources d'azote pour aucun de ces organismes, et quant aux nitrates, il ne sont assimilables que pour certaines espèces. Contrairement à ce qu'on trouve à ce sujet dans la littérature, l'auteur n'a rencontré qu'une seule levure qui pût emprunter son azote à l'acide nitrique, c'est la levure de l'éther acétique.

---

(1) M. Mœller revient lui-même, dans un mémoire publié en 1893, sur son assertion relative à l'absence de spores dans les levures.

(2) Beyerinck : *Zur Ernährungsphysiologie des Kahmpilzes* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. XI. 68).

Aliments carbonés. — Les meilleures sources de carbone pour ce groupe, les seules pour certaines espèces, sont les sucres. Les diverses levures n'agissent pas de la même manière sur les différents sucres, ainsi qu'on peut le voir d'un coup d'œil dans le tableau suivant, où le signe

+ veut dire : sucre assimilé et utilisé pour le développement,
— veut dire : sucre non décomposé,
i veut dire que le sucre commence par être interverti.

ESPÈCES DE SACCHAROMYCES	Maltose	Glucose	Saccharose	Lactose	Dextrose	Glycérine
S. ellipsoïdeus	+	+	+ *i*	—	—	—
S. cerevisiæ	+	+	+ *i*	—	—	—
S. Pastorianus Reess	+	+	+	—	+	—
S. fragrans	—	+	+	—	—	—
S. kefyr	—	+	+ *i*	+	—	
S. Mycoderma	—	+	—	—	—	+
S. acetæthylicus	+	+	+ *i*	—	—	+

Le *S. fragrans* est le *S. Pastorianus* Pasteur.

Le *S. acetæthylicus* est la levure de l'éther acétique.

Le lévulose et le sucre interverti ne figurent pas dans ce tableau parce qu'ils se comportent comme le glucose.

Ces trois derniers sucres, glucose, lévulose, et sucre interverti, sont assimilables pour toutes les espèces de levure connues ; quant aux autres, chacun d'eux est inassimilable pour certaines levures, et ils le sont tous pour le *S. Mycoderma.*

Mais d'autres aliments que les sucres peuvent servir de sources de carbone. Le *S. Mycoderma,* qui ne peut utiliser le maltose ni le saccharose, est capable d'utiliser les produits dans lesquels ces sucres sont transformés par d'autres organismes, levures ou bactéries : il se nourrit parfaitement d'alcool, moins facilement, mais réellement encore, d'acide succinique et de glycérine; il assimile l'acide acétique et les produits d'oxydation des sucres que donnent les ferments acétiques en l'absence des ferments alcooliques. En sorte que dans les conditions naturelles, les sucres qu'il ne peut attaquer directement ne sont pas perdus pour lui.

La double faculté exceptionnelle que possède cet organisme d'utiliser l'azote de l'ammoniaque et le carbone de l'acide acétique permet l'expérience suivante : on abandonne à l'ensemencement spontané une solution étendue d'acétate d'ammoniaque additionnée d'un peu de phosphate bipotassique. Au bout de quelques jours la surface du liquide est complètement couverte d'une membrane qui constitue pour ainsi dire une culture pure de *S. Mycoderma*.

L'acide acétique est le seul des acides gras qu'il assimile : il n'attaque pas les acides formique, propionique, butyrique, etc.

Cette étude approfondie de la nutrition du *S. Mycoderma* a permis à l'auteur de revenir utilement sur une question déjà ancienne, celle du pouvoir du *S. Mycoderma* comme ferment alcoolique. M. Pasteur a depuis longtemps obtenu une faible fermentation alcoolique au moyen de cet organisme ; mais il prenait comme milieu fermentescible du moût de bière. Or, ce liquide contient surtout du maltose, et seulement une très faible proposition de glucose; ce dernier sucre seul étant attaqué, il ne pouvait se produire qu'une trace d'alcool. L'auteur a cherché à réaliser une fermentation produisant des doses notables d'alcool. Pour cela il faut : 1° fournir du glucose, ou du lévulose, ou du sucre interverti; 2° empêcher un trop libre accès de l'air, sans quoi l'alcool formé et le sucre sont brûlés en eau et acide carbonique ; 3° fournir pourtant une certaine quantité d'oxygène, sans quoi toute végétation s'arrête.

Dans un ballon Pasteur à deux cols il introduit une solution composée de :

1 litre d'eau de source,
100 gr. de glucose,
2 gr. de phosphate biammonique,
0 gr. 01 de chlorure de calcium,
0 gr. 01 de sulfate de magnésie.

Après stérilisation, il ensemence avec une trace de mycoderme ; les deux cols, bouchés par des tampons de coton, permettent de faire passer de temps en temps un courant d'air à la trompe, pour éliminer la couche d'acide carbonique qui s'accumule à la surface du liquide. En moins de quinze jours, la température étant de 20° à 25°, des ballons d'un litre remplis aux trois quarts avaient subi une fermentation presque complète. La quantité d'alcool obtenue a été très variable, ce qui se conçoit aisément, puisqu'elle est déterminée par un équilibre entre deux phénomènes opposés qui tendent à se produire, fermentation et combustion, équilibre réglé lui-même par la quantité d'oxygène libre présente à chaque instant. Mais l'auteur a pu obtenir dans les expériences plusieurs centaines de centimètres cubes d'un alcool qui a été identifié avec l'alcool éthylique ordinaire.

L'acide formique, inassimilable pour les levures, peut pourtant servir d'aliment à un bacille, étudié par M. Lœw (1). Ce curieux organisme a le pouvoir d'assimiler l'alcool méthylique et ses principaux dérivés : aldéhyde formique, acide formique, méthylamine. On l'obtient en se fondant sur cette propriété même qui est tout-à-fait exceptionnelle. L'aldéhyde formique ne saurait être employé à l'état libre comme aliment : il agit franchement comme antiseptique. Mais si on le combine avec le bisulfite de soude, on obtient un sel qui peut fonctionner comme aliment carboné à l'égard de ce bacille. Une solution de ce sel à 0,5 pour cent, additionnée de substances minérales nutritives (phosphate monopotassique, phosphate biammonique et traces de sulfate de magnésie et de chlorure de calcium), abandonnée à l'air, a plusieurs fois été envahie par des bactéries qui s'y multipliaient. La liqueur se troublait, puis il se formait à la surface des taches rougeâtres. Au lieu d'abandonner la liqueur à l'ensemencement spontané, on peut l'ensemencer avec une solution de peptone putréfiée, qui a été maintenue à l'air ; les mêmes taches rougeâtres se produisent bientôt. Le bacille rougeâtre ne trouve dans cet aldéhyde qu'un médiocre aliment. Il prospère beaucoup mieux si on le transplante dans une solution nutritive à 0.5 pour cent de formiate de soude ou d'alcool méthylique. Dans les solutions nutritives au phosphate de méthylamine ou de créatine, il se développe encore très bien, mais au lieu d'y former une membrane rougeâtre, il y forme des masses blanchâtres qui ne se réunissent pas immédiatement en une membrane.

Des cultures sur gélatine, sur gélose et en bouillon ont permis d'isoler le bacille à l'état de pureté certaine et de le comparer aux autres espèces. Il est aérobie. Dans les milieux ordinaires il ne développe pas de coloration rouge. En bouillon il ressemble au bacille charbonneux ; mais l'auteur n'y a pas observé la production de spores.

En raison de son aptitude à croître dans l'alcool méthylique et ses dérivés, l'auteur le nomme *Bacillus methylicus*. Ce nom ne paraît pas heureusement choisi : quand on se sert d'une action chimique pour nommer le microbe qui l'engendre, l'usage est de nommer les produits de la transformation et non la matière que le microbe transforme : c'est ainsi que nous venons de parler du *S. acetœthylicus* (c'est-à-dire producteur d'acétate d'éthyle).

Ce bacille forme la transition entre les Bactéries ordinaires, qui n'empruntent leur carbone qu'à des composés organiques élevés dans l'échelle de synthèse, et les ferments nitreux de M. Winogradsky, qui peuvent l'emprunter à l'acide carbonique. L'acide formique est en effet très voisin de l'acide carbonique. Il est à remarquer que l'autre acide organique qui se trouve au bas de l'échelle de synthèse, l'acide oxalique, ne peut pas servir à la nutrition de ce bacille.

---

(1) Lœw : *Ueber einen Bacillus, welcher Ameisensaüre und Formaldehyd assimiliren kann.* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit, XII, 462).

Nous parlerons maintenant de la fonction de sécrétion. M Fermi (1) a étudié antérieurement les diastases bactériennes qui solubilisent les matières albuminoïdes et l'amidon. Il a constaté qu'un très grand nombre de bactéries sécrètent de ces diastases ; les unes sécrètent seulement une diastase tryptique, d'autres seulement une amylase, d'autres enfin les deux à la fois. Dans ce dernier cas il a prouvé que les deux diastases sont des corps différents, par les arguments suivants : 1° On peut soumettre les diastases sécrétées par ces organismes à des conditions qui abolissent une des deux propriétés et respectent l'autre. Ainsi le vibrion de Koch sécrète un liquide capable de dissoudre l'albumine et l'amidon ; ce liquide, chauffé à 60°, dissout encore l'albumine et ne dissout plus l'amidon. Le *B. Finkler prior* a le même double pouvoir ; or, à 4°, le liquide qu'il sécrète dissout encore l'amidon, mais ne dissout plus l'albumine ; 2° En général les bactéries qui produisent les deux diastases ne produisent plus que la diastase de l'albumine quand on les cultive sur le blanc d'œuf.

Dans son nouveau travail (2) il s'occupe spécialement des amylases et des sucrases sécrétées par les divers microorganismes. Aux nombreuses espèces signalées par lui dès 1890 comme sécrétant une amylase il ajoute onze nouvelles espèces douées du même pouvoir. La sécrétion d'une amylase est donc un fait très commun chez les Bactéries. Contrairement à ce qui s'était présenté parmi les espèces qu'il avait étudiées antérieurement, il a constaté que beaucoup de microbes sécrètent une amylase sans produire d'acidité dans le milieu, et que beaucoup produisent de l'acidité sans sécréter d'amylase. Dans les milieux dépourvus de substances albuminoïdes (par exemple sels ammoniacaux avec sucre ou glycérine, salycine, amygdaline, inuline, etc.) pas un des bacilles essayés n'a sécrété trace d'amylase.

Sur 62 espèces essayées il n'en a trouvé que 2 qui exercent un pouvoir inversif sur le saccharose.

Il n'a trouvé aucune relation entre le pouvoir de sécréter des ferments solubles et les autres propriétés physiologiques ou morphologiques des microbes.

Diverses Bactéries, cultivées dans le lait, y sécrètent deux diastases, une présure qui coagule la caséine, et une caséase qui peptonifie le coagulum. L'existence de ces deux diastases a été manifestée par leurs effets, mais on ne les avait pas encore isolées. M. Conn (1) y a réussi jusqu'à un certain point par le procédé suivant. La Bactérie dont on étudie les sécrétions est semée dans du lait stérilisé. Le lait se coagule bientôt ; une dizaine de jours après que la coagulation s'est produite on agite la masse avec de l'eau stérilisée pour dissocier le coagulum et dissoudre la présure ; ensuite on filtre la liqueur au moyen d'un filtre en porcelaine. Le liquide clair obtenu contient les diastases mélangées ; il est parfois incolore, plus souvent ambré ou brun. La couleur varie suivant l'espèce de Bactérie cultivée et suivant le degré de peptonification. Si l'on précipite la liqueur par l'alcool, le précipité a la propriété de coaguler le lait et de peptonifier la gélatine. C'est donc un mélange de présure et de ferment protéolytique associé à des impuretés. On les sépare en employant une méthode introduite par Blumenthal. Reprenons la liqueur obtenue par filtration de la culture sur porcelaine. On l'acidifie avec 0, 1 pour cent d'acide sulfurique; cette addition ne produit pas de précipité. On sature de sel marin ajouté en excès. Il se sépare bientôt une écume blanche qui flotte à la surface. Cette écume est enlevée et séchée. C'est la présure. On peut en retirer le sel par dialyse; on peut aussi l'employer sans la dessaler. Le liquide qui reste retient le ferment protéolytique; on peut l'isoler en le précipitant par l'alcool.

---

(1) Arch. f. hygiene, 1890 et 1891 ; Centralbl. f Bakt. u. Parasit., 1891.

(2) Fermi : *Beitrag zum studium der von den mikroorganismen abgesonderten diastatischen und inversions fermente* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. XII, 713).

A la vérité la séparation n'est pas absolue : la présure n'est pas précipitée totalement par le sel marin, et un peu de caséase est précipitée en même temps qu'elle; mais presque toute la présure se trouve dans le précipité produit par le sel marin, et presque toute la caséase dans le liquide restant.

Il peut arriver que dans une culture la sécrétion de la caséase aille plus vite que celle de la présure; alors le lait ne se coagule à aucun moment : il se peptonifie directement. Même dans ce cas l'existence de la présure peut encore être constatée au moyen de la méthode précédente. Un des organismes étudiés a présenté un remarquable exemple de ce cas. Au début cet organisme produisait, lentement il est vrai, une coagulation normale du lait. Mais après avoir passé par une série de cultures il perdit complètement son pouvoir coagulant. Cultivé dans le lait il le rendait lentement de plus en plus transparent et le transformait finalement en un liquide à peu près clair, complètement peptonifié. La culture fut traitée par la méthode ci-dessus décrite, et on en tira de la présure.

Voici maintenant des travaux concernant la résistance des Bactéries vis-à-vis des agents qui leur sont nuisibles.

Parmi ces agents, l'un de ceux que nous pouvons avoir le plus facilement à notre disposition est la lumière, dont l'influence contraire a été signalée dès 1877 par MM. Downes et Blunt (Proc. of Roy. Soc. XXVI, 488 et XXVII, 199).

---

(1) Conn : *Isolrung eines « Lab » — Fermentes aus Bakterien Kulturen.* Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. XII, 223.

M. Kotjlar (1) a fait quelques observations intéressantes sur l'influence particulière des différentes couleurs.

Des cultures de diverses Bactéries sur gélose ou sur pomme de terre étaient enfermées dans des tubes qu'on entourait d'une enveloppe de gélatine colorée, puis elles étaient exposées à la lumière solaire. Quoique d'une manière générale la lumière empêche le développement, les rayons rouges se sont montrés favorables ; la lumière violette arrête au contraire le développement, mais moins énergiquement que la lumière blanche. L'auteur a remarqué que les rayons violets favorisent la sporulation du *B. pseudo-anthracis*.

M. Geisler (2) avec le bacille typhique, M. Chmelewsky (3) avec les bactéries du pus, ont fait des expériences du même genre. Leur méthode consiste à exposer à diverses lumières des cultures faites sur gélatine nutritive, et à observer à l'œil l'accroissement des colonies pendant un même temps.

Dans ces expériences, la lumière électrique s'est montrée nuisible comme la lumière solaire, mais moins énergiquement. Quant aux différentes radiations du spectre, elles se sont toutes montrées capables de gêner le développement des bactéries essayées, sauf le rouge, mais y compris les radiations infra-rouges et les ultra-violettes, et, à partir du rouge, l'action est d'autant plus énergique que la longueur d'onde est plus petite. Ainsi, c'est dans la partie ultra-violette que le développement est le plus faible.

L'action défavorable de la lumière se compose de deux actions concordantes : une action directe sur les organismes et une action sur le milieu. L'action exercée sur les organismes tend à empêcher leur développement ; dans certains cas elle modifie des fonctions physiologiques particulières ; ainsi, sous cette influence, le *Staphylococcus pyogenes aureus* et le *Bacillus pyocyaneus* produisent beaucoup moins de pigment que dans les conditions ordinaires : la virulence des bactéries du pus est diminuée. Quant à l'action exercée sur le milieu, elle se manifeste en ce que les milieux nutritifs solides (gélose, gélatine) se montrent, après l'exposition à la lumière, moins propres à la végétation des bactéries.

Les diverses espèces de Bactéries essayées ont présenté des résistances variables à l'action nocive de la lumière.

---

(1) Kotjlar : *Zur Frage über den Einfluss des Lichtes auf Bakterien.* Wratsch. 1892, nos 39 et 40, analysé dans Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. XII, 836.

(2) Ch. Geisler : *Zur Frage ueber die Wirkung des Lichtes auf Bakterien* (Centralb. f. Bakt. u. Parasit. XI, 161).

(3) Chmelewsky : *Zur Frage ueber die Wirkung des Sonnen- und elektriscken Lichtes auf die Eiterbakterein.* Wratsch 1892, n° 20, analysé dans Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. XII, 1874.

Ce rôle de la lumière est susceptible d'applications de la plus haute importance dans le domaine de l'hygiène. C'est à ce point de vue que s'est placé M. Buchner (1). Il a fait agir la lumière solaire sur des bactéries en suspension dans l'eau de conduite. L'action était appréciée au moyen de la numération des cellules, avant et après l'exposition à la lumière, par le procédé des plaques.

Dans une eau qui contenait d'abord environ 100.000 germes de *Bacillus coli communis* par centimètre cube, au bout d'une heure d'insolation directe on ne trouvait plus un seul germe. Dans le vase témoin, conservé pendant le même temps à l'obscurité, le nombre de germes avait quelque peu augmenté.

La lumière diffuse exerce aussi une certaine action. Au bout de plusieurs heures d'exposition à cette lumière on observait une diminution notable du nombre de germes, souvent même la disparition complète.

Ces résultats s'appliquent au *B. coli communis*, au *B. pyocyaneus*, aux vibrions du choléra et à diverses bactéries de la putréfaction. Mais ils ne doivent pas être généralisés. La lumière n'a pas la même action nuisible sur toutes les bactéries ; il y a même des espèces sur lesquelles elle paraît exercer une action favorable : ainsi l'auteur a observé des bactéries qui, dans l'eau distillée, se multipliaient à la lumière.

On peut obtenir, en milieu solide, une action de la lumière aussi rapidement mortelle que sur les bactéries en suspension dans l'eau, à condition que les bactéries soient bien uniformément réparties dans le milieu solide. M. Buchner montre aux yeux le phénomène par une expérience frappante. On liquéfie de la gélose-peptone alcaline, on la refroidit à 40°, on l'ensemence avec une bactérie déterminée; on distribue la semence bien uniformément, et on verse la gélose dans un godet de verre plat. Quand la masse est bien solidifiée, on couvre le godet de son couvercle, on le ferme avec un anneau de caoutchouc et on fixe sous le fond du godet des lettres découpées dans du papier noir. On expose le godet, le fond tourné vers le haut, à la lumière solaire directe pendant une heure à une heure et demie, ou à la lumière diffuse pendant cinq heures. Ensuite on abandonne le godet à l'obscurité. Au bout de vingt-quatre heures on voit nettement sur la gélose les lettres se dessiner, produites par les colonies qui se sont développées dans les parties abritées, tandis que le reste de la plaque est complètement stérile. Pour que les caractères soient soient bien visibles, il faut que les colonies soient très petites et très rapprochées, ce qu'on obtient par un ensemencement très-copieux.

Si l'exposition à la lumière est plus courte, les bactéries insolées ne sont pas toutes tuées, mais elles sont devenues plus lentes à se développer, ce qu'on peut très bien montrer au moyen du dispositif précédent.

---

(1) Buchner : *Ueber den Einfluss des Lichtes auf Backterien* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit XI, 781, et XII, 217).

On opère comme précédemment, si ce n'est qu'on expose la plaque à la lumière solaire pendant dix minutes seulement. Vingt-quatre heures après, l'écriture et très visible, mais elle s'efface ensuite peu à peu parce que les parties insolées arrivent à la longue à se peupler comme les parties abritées.

Pour éliminer l'influence de la température, l'auteur recommence l'expérience en exposant la plaque à la lumière au fond d'un réservoir d'eau de 50 centimètres de profondeur ; le résultat est le même. Cette dernière expérience a l'avantage de montrer directement l'influence de la lumière sur la purification spontanée des eaux de rivières et des lacs.

Toutes les expérience relatives à l'action de la lumière, rapportées ci-dessus, et la plupart de celles qui ont été faites jusqu'à présent, nous montrent des faits intéressants au point de vue pratique, mais n'éclairent que très imparfaitement la question de l'influence de la lumière. Cette influence est en effet très complexe. Dans les faits observés il y a à distinguer au moins deux causes : 1° les radiations, 2° l'air; et deux effets : 1° modification des fonctions vitales des microorganismes, 2° altération du milieu nutritif. Il y a aussi à distinguer non seulement les diverses espèces de microorganismes sur lesquelles on fait agir la lumière, mais encore les divers états sous lesquels peut se trouver chaque microorganisme : état humide, état sec, état filamenteux, état de spores.

Le défaut d'analyse rend les observations souvent peu instructives, parfois même en apparence contradictoires. Ainsi les spores du *B. anthracis*, en suspension dans l'eau pure, résistent longtemps à l'action du soleil (Straus) ; au contraire du bouillon contenant les mêmes spores restait stérile, dans les expériences de M. Arloing, après deux heures d'exposition au soleil de juillet. M. Roux a montré, en 1887, que les spores insolées dans le bouillon n'étaient pas plus tuées que celles qui étaient insolées dans l'eau, mais qu'elles ne croissaient pas après l'insolation, parce que le bouillon exposé au soleil était devenu, par l'action chimique de l'air et de la lumière, impropre à leur germination. M. Momont(1) a fait sur le *B. anthracis* des expériences où les différents éléments de la question sont nettement démêlés.

1° *Insolation des bacilles à l'état sec.* — Des cultures de bacilles sans spores dans le sang sont desséchées dans des tubes de verre, les unes au contact de l'air, les autres dans le vide. Puis toutes sont exposées à la lumière solaire. Les premières restent vivantes au plus pendant huit heures, les dernières pendant onze heures. Or, à l'obscurité, ces mêmes cultures desséchées restent vivantes pendant plus de soixante jours.

Si la dessiccation, au lieu d'être faite sur du verre, est faite sur du papier, les cultures desséchées résistent plus longtemps à l'insolation: les bacilles sont en partie abrités dans l'épaisseur du papier.

---

(1) Momont : *Action de la dessiccation, de l'air et de la lumière sur la Bactérie charbonneuse filamenteuse* (Ann. Inst. Pasteur, VI, 21, (1892).

Si l'on varie les milieux de culture, qu'au lieu de sang on prenne le bouillon seul, le bouillon additionné de 50 % de sérum, on obtient des résultats différents : la résistance est moindre dans ces milieux que dans le sang.

Si l'on fait varier l'âge des cultures, on trouve encore des différences de sensibilité : les cultures jeunes résistent plus longtemps.

2° *Insolation des bacilles à l'état humide.* — Des cultures sont enfermées dans des tubes pleins d'air scellés à la lampe, chaque tube contient seulement une goutte de culture. D'autre part des cultures semblables sont enfermées dans des tubes étroits, pleins de liquide et vides d'air (chaque tube contient un demi-centimètre cube de ce liquide). Tous ces tubes sont exposés simultanément au soleil.

Dans les tubes sans air la durée maxima de la vie a été de deux heures et demie. Dans les tubes à air les cultures étaient encore vivantes après 50 heures d'insolation.

Donc la lumière sans air n'a pas d'action sensible.

3° — *Insolation des spores.* — Sèches et à l'air les spores sont restées vivantes et virulentes après 100 heures d'insolation. Sèches et dans le vide elles ont résisté à peu près de la même manière. Placées dans l'eau pure et à l'air elles ont péri, après 44 heures d'insolation. Dans l'eau pure et sans air elles étaient encore vivantes après 110 heures d'insolation.

Dans aucun cas ni les filaments ni les spores n'ont subi une atténuation de virulence avant de périr.

On voit d'après toutes ces expériences que la présence de l'air joue un rôle capital dans l'influence de l'insolation.

On sait depuis longtemps que les basses températures ne tuent pas les bactéries. Mais on croit généralement que la température de 0° suffit pour arrêter tout développement. Cependant dès 1887, M. Forster a étudié une bactérie lumineuse qui jouit de la remarquable propriété de végéter, de luire, et de se multiplier à la température de la glace fondante. Depuis il a recherché si d'autres espèces ont le même pouvoir. En commun avec M. S. Bleekrode, il a exploré (1) les divers milieux riches en bactéries qui nous environnent dans la vie usuelle, pour voir s'ils contiennent de telles espèces : eau de mer, eaux douces de diverses provenances, substances alimentaires, détritus, balayures, etc..... De petites quantités de ces diverses substances sont incorporées à de la gélatine nutritive ; celle-ci est coulée sur plaques puis abandonnée dans un calorimètre à glace à quadruple paroi. Un thermomètre à maxima a montré que pendant plusieurs semaines la température s'est à peine écartée de 0°. Or, au bout de 10 à 12 jours des colonies de Bactéries, en nombre variable suivant l'origine de la semence, ont commencé à se développer ; des cultures en ont été faites sur gélatine ou en bouillon, soit dans le calorimètre à glace, pour vérifier l'aptitude à se développer à 0°, soit dans l'étuve à 37° pour identifier les espèces.

---

(1) Forster : *Ueber dis Entwitckelung von Bakterien bei niederen Temperaturen* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. XII, 431.

Ces expériences n'ont révélé l'existence que d'un petit nombre d'espèces croissant à 0°. Mais si les espèces différentes sont peu nombreuses, les individus présents dans les milieux explorés étaient parfois en très grand nombre : jusqu'à

2000 germes par centimètre cube d'eau de canal,
140000 germes par gramme de terre de jardin, etc.

On a trouvé aussi un grand nombre de ces Bactéries à la surface du corps et dans l'intestin des poissons d'eau douce et des poissons de mer.

Ces Bactéries se trouvent aussi bien en été qu'en hiver dans les mêmes milieux.

De ces faits découlent des conséquences importantes.

D'abord la conservation des matières organiques altérables ne peut pas être assurée par le séjour dans la glace fondante. L'altération peut être retardée notablement, mais dès que ces substances se réchauffent elles sont très rapidement gâtées par les bactéries qui se sont lentement multipliées. Il faut donc, pour conserver ces substances par le froid, abaisser la température notablement au-dessous de 0°, et pour plus de sûreté, quand c'est possible, ajouter à l'action du froid l'action protectrice de la dessiccation, c'est-à-dire maintenir ces substances dans un air froid et sec.

Une autre conséquence qui intéresse particulièrement les bactériologistes, c'est que les échantillons d'eau qu'on envoie au loin pour l'analyse bactériologique emballés dans la glace peuvent devenir le siège d'une multiplication d'une partie de leurs germes pendant le temps qui s'écoule entre la prise des échantillons et leur examen au laboratoire, ce qui constitue une grave cause d'erreur dans le dénombrement des germes.

Nous avons maintenant à signaler un travail concernant la variabilité des fonctions, en particulier de la fonction chromogène.

Un grand nombre d'organismes produisent dans les milieux solides ou liquides à base de bouillon une fluorescence verte, qui disparaît par les acides, qui reparaît ou s'accroît par les alcalis. M. Gessard a depuis longtemps reconnu que le bacille pyocyanique jouit de cette propriété. C'est avec ce bacille qu'il étudie (1) les rapports de la production de fluorescence avec la nature du milieu nutritif. Nous avons vu dans notre précédente revue que la peptone, favorable à la production de la pyocyanine, supprime celle de la fluorescence verte. Au contraire l'albumine de l'œuf favorise la production de la fluorescence. L'auteur a poussé plus loin son analyse. D'abord la peptone n'est pas un principe défini. Quand on prend des peptones de diverses provenances on obtient des résultats différents. Les peptones que l'auteur a préparées lui-même en peptonifiant l'albumine de l'œuf, la fibrine du sang, la fibrine de muscle bien débarrassée par lavage de toute substance soluble, ont donné le résultat ci-dessus énoncé. Mais la peptone obtenue par peptonification de la viande brute donna, sous l'influence du développement des microbes, la fluorescence verte en même temps que la pyocyanine. De plus la peptone qui ne donne pas de fluorescence, conservée longtemps en solution dans des vases qui laissent pénétrer l'air (vases fermés par du coton), acquiert la propriété d'en donner.

---

(1) Gessard : *Sur la fonction fluorescigène des microbes.* (Ann. Inst. Pasteur, VI, 801).

Pour porter la lumière dans cette question, l'auteur recourt à la culture en milieu minéral. Dans 1,000 cc. on introduit 10 gr. de succinate d'ammoniaque, 5 gr. de phosphate de potasse et 2 gr. 5 de sulfate de magnésie. Le bacille pyocyanique se développe très bien dans ce milieu, en produisant de la fluorescence. Mais si l'on vient à diminuer considérablement la dose de phosphate, la fluorescence est supprimée, et la pyocyanine se forme seule.

Ce résultat obtenu, l'auteur constate qu'aux solutions de peptone qui ne donnent pas de fluorescence il suffit d'ajouter 5 gr. de phosphate de potasse pour 1000 cc. pour qu'elles deviennent propres à donner la fluorescence après ensemencement avec le bacille.

La fluorescence est donc liée à la présence d'un phosphate en quantité supérieure à une certaine dose qui, dans les expériences faites, était environ de 0 gr. 125 dans 1000 cc. Si l'on augmente la dose de phosphate, on fait prédominer la fonction fluorescigène du microbe sur sa fonction pyocyanogène, et pour une forte dose de phosphate (1 gr. 3 dans 1000 cc.), la fluorescence seule apparaît. Les résultats fournis par les diverses peptones s'expliquent par la dose de phosphates qu'y laisse subsister le procédé employé pour les préparer.

Reste à expliquer pourquoi une peptone impropre à donner de la fluorescence acquiert à la longue, en présence de l'air, la propriété d'en donner. Cela tient à ce que la teneur en phosphate augmente progressivement par la mise en liberté, grâce à l'oxydation, d'un phosphate primitivement engagé dans un composé organique où ses propriétés étaient masquées. La lécithine, universellement répandue dans l'organisme animal, se prête merveilleusement à cette transformation. La lécithine est de l'oléo-margaro-phosphoglycérate de choline. Elle résiste, sans altération sensible, à la stérilisation dans l'autoclave, mais elle est lentement décomposée à l'air. Les produits de sa décomposition sont les acides gras, la choline, et l'acide glycérophosphorique. Or la lécithine additionnée de succinate d'ammoniaque et de sulfate de magnésie, constitue un milieu où le bacille pyocyanique se développe en produisant de la pyocyanine sans fluorescence. D'autre part une solution semblable contenant du glycérophosphate de chaux au lieu de lécithine permet au microbe de produire la fluorescence.

Une série de tubes contenant de la solution de lécithine et fermés à la ouate a été abandonnée à l'air. A différents intervalles on a ensemencé successivement ces tubes avec le bacille après addition de succinate d'ammoniaque et sulfate de magnésie. Dans les premiers tubes, il ne se produisit que de la pyocyanine; puis à mesure que la solution de lécithine vieillissait, la fluorescence s'y produisait de plus en plus abondamment. Cette expérience justifie l'explication donnée par l'auteur.

M. Kayser (1) a recherché quelles sont les espèces de levure qui conviennent le mieux pour produire la fermentation du jus de raisin dans les pays chauds, Algérie, Tunisie, où parfois la fabrication du vin est entravée par l'arrêt de la fermentation, sous l'influence d'une température trop élevée, dans un moût encore sucré. Il a isolé les levures d'un très grand nombre d'échantillons de lies de vins provenant des pays où la température est élevée à l'époque des vendanges. Il a obtenu ainsi 34 levures paraissant différentes ; il leur a adjoint, comme termes de comparaison, des levures des crus français, Champagne, Clos-Vougeot, St-Emilion. Toutes ces levures ont été comparées spécialement au point de vue de l'activité de la fermentation qu'elles produisaient dans des moûts très fortement sucrés (moût de raisin additionné de glucose) et à température élevée. Elles se sont montrées très inégalement résistantes à ces conditions difficiles.

Dans un moût à 33 °/₀ de sucre, la fermentation ayant eu lieu à 26° et ayant été interrompue au bout de 12 jours, les plus actives ont fait disparaître jusqu'à 26 °/₀ de sucre, les moins actives 20,3 19,4 et même 8,74 °/₀. Au moyen de plusieurs expériences analogues on a pu classer toutes ces levures par ordre d'activité. Il est à remarquer que les levures les moins actives ne sont pas toujours à dédaigner : elles ont parfois un rôle très utile dans la production du bouquet ; c'est le cas par exemple de cette levure qui n'a transformé que 8,74 °/₀ de sucre. De plus les levures pures sont loin de donner des résultats plus avantageux que certains mélanges de levures. Ainsi celle qui vient en tête dans le classement précédent, placée seule dans un moût à 33,52 °/₀ de sucre, à la température de 33°-36°, a fait disparaître, après 7 jours de fermentation, 21, 24 °/₀ de sucre. Cette même levure, associée à la dernière du même classement, a fait disparaître dans les mêmes conditions 22,47 °/₀ de sucre. La levure peu active a donc servi, non seulement à donner un parfum spécial à la liqueur fermentée, mais encore à rendre la fermentation plus active.

Les levures trouvées les plus utiles ont encore été comparées à un autre point de vue : on a mesuré la proportion d'acide volatil que produit chacune d'elles dans les mêmes conditions. L'acidité volatile, exprimée en acide acétique, a varié, suivant les levures, entre 2 gr.,00 et 0 gr.,81 par litre. Il y a quelque relation, peu précise d'ailleurs, entre cette production d'acide acétique et le bouquet du vin. L'acidité volatile dépasse d'ordinaire la moyenne pour les levures qui développent dans la liqueur fermentée une odeur fine et un parfum spécial.

---

(1) Kayser : *Contribution à l'étude des levures du vin.* (Ann. Inst. Pasteur, 1892, p. 569).

(A suivre).

L. **Boutroux.**

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOUT 1893 *(Suite)*.

L'acide phosphorique, qui est particulièrement abondant dans les graines, ainsi que nous venons de le voir, s'y trouve surtout à l'état de phosphate de magnésie.

Cette combinaison, remarque M. Lœw (1), est particulièrement favorable, en ce sens que, de tous les phosphates, c'est le phosphate de magnésie qui cède le plus facilement son acide phosphorique. La formation de nucléine, de plastine, de caséine, de lécithine (2) a lieu ainsi aisément et rapidement.

Contrairement à ce qui se produit pour les graines, les feuilles renferment d'ordinaire beaucoup plus de chaux que de magnésie. Cette différence de distribution indique bien que les sels de chaux et de magnésie ne peuvent pas se remplacer dans la plante, et servent à des fonctions différentes.

Nous connaissons le rôle de la magnésie, combinée à l'acide phosphorique ; la chaux, abondante surtout dans les organes renfermant de la chlorophylle, entre dans la composition des grains de chlorophylle et du noyau.

Il ressort, en effet, de certaines observations, que la substance fondamentale de ces deux corps cellulaires consiste en combinaisons calciques de plastine et de nucléine. Ce qui rend le fait particulièrement vraisemblable, c'est que les sels de magnésie sont, pour toutes les plantes vertes, un poison quand ils ne sont pas accompagnés de sels de chaux.

On conçoit que, la nucléine étant acide, la présence d'une base dans un corps aussi sensible que le noyau soit nécessaire. Or, si la magnésie remplace la chaux, le pouvoir de gonflement des éléments vivants est modifié, et amène une modification chimique qui entraîne la mort.

---

(1) Lœw : *Ueber die physiologischen Functionen der Calcium-und Magnesiumsalze im Pflanzenorganisme* (Flora. 1892).

(2) On trouvera des données nouvelles sur la nature et les réactions de ces différentes substances dans un récent travail de M. Zacharias : *Ueber die chemische Beschaffenheit von Cytoplasma und Zellkerne* (Berichte der deutschen bot. Gesellschaft. 1893).

Les deux substances concourent donc à la formation des chloroleucites et du noyau : la chaux, directement, puisque ces corps sont des composés calciques ; la magnésie, indirectement, par sa combinaison avec l'acide phosphorique. Il est tout naturel que la chaux, étant utilisée par la production des chloroleucites, soit surtout en grandes quantités dans les organes verts.

Elle sert d'ailleurs encore à insolubiliser l'acide oxalique qui naît, comme produit accessoire, des transformations chimiques du contenu cellulaire et qui, ainsi que M. Schimper l'a démontré, est, à l'état libre, vénéneux pour presque toutes les Phanérogames et pour les Algues.

De tous les végétaux, il n'y a guère que les Champignons pour lesquels, sans doute à cause d'une propriété chimique particulière du noyau, l'acide oxalique libre ne soit pas un poison, et qui supportent, sans paraître en souffrir, les sels de magnésie non accompagnés de sels de chaux.

M. Wehmer (1), qui a précisément examiné, dans toute une série de travaux récents, les conditions et les conséquences de la formation de l'acide oxalique chez les Champignons, a toutefois constaté que cet acide à l'état libre peut, même pour ces Cryptogames sans chlorophylle, devenir un poison lorsque la concentration dépasse certaines limites.

Quand la proportion d'acide oxalique, soit dans la plante, soit dans la solution nourricière, dépasse 1 pour 100, la production des spores et l'accroissement du mycelium s'arrêtent, même sur des milieux d'une composition très favorable.

Au-dessous de 1 pour 100, non seulement l'acide cesse d'être nuisible, mais il est même détruit en quantité appréciable par le Champignon, auquel il sert d'aliment. Le *Penicillium* décompose parfois les oxalates dissous en faisant disparaître l'acide. Il n'y a que l'oxalate de chaux qui soit indécomposable.

La production de l'acide oxalique chez les Champignons paraît dépendre beaucoup moins de la nature chimique du corps organique donné comme aliment principal, ou de l'espèce de la plante, que de certaines conditions de nutrition.

Les Champignons cultivés par M. Wehmer ont été l'*Aspergillus niger*, le *Penicillium glaucum*, la *Peziza Fuckeliana*, le *Mucor stoloni-*

---

(1) C. Wehmer : *Entstehung und physiologische Bedeutung der Oxalsäure im Stoffwechsel einiger Pilze* (Bot. Zeitung. 1891). — *Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Entstehung freier Oxalsaure in Culturen von Aspergillus niger* van. Tiegh. (Berichte der deutschen bot. Gesellschaft. 1891). — *Ueber Oxalsaure-Bildung durch Pilze* (Justus Liebig's Annalen der Chemie. 1892). — *Zur Zersetzung der Oxalsaure durch Licht-und Stoffwechselwirkung* (Berichte der deuts. bot. Ges. 1891).

fer, l'*Aspergillus glaucus*, le *Phycomyces nitens*, le *Pilobolus cristallinus*, le *Mucor Mucedo*. Ont servi de matières nutritives : les hydrates de carbone, tels que dextrose, saccharose, lactose, amidon, les acides tartrique, malique, citrique, oléique, etc., les sels d'acides organiques, les albuminoïdes tels que peptone et gélatine, la glycérine, l'alcool, l'asparagine, l'urée, etc.

Certains Champignons ont, avec tous ces corps, donné de l'acide oxalique; d'autres au contraire n'en ont produit qu'avec quelques-uns.

Quel que fût l'hydrate de carbone, ou la combinaison azotée, quelle que fût aussi l'espèce de Champignon, la quantité d'acide oxalique formé a toujours été en rapport surtout avec la quantité des bases contenues dans la solution nourricière, soit que ces bases eussent été ajoutées artificiellement, soit que la destruction d'une d'elles les eût mises en liberté.

Cette influence des bases libres sur la formation d'acide oxalique s'explique aisément ; la réaction est comparable à celle qui servait, dès 1829, à Gay-Lussac pour produire l'acide en traitant la cellulose, l'amidon, la gomme, etc., par la potasse fondue.

L'acide oxalique formé est bien vraisemblablement, ainsi que le pense M. Duclaux, un produit, non pas final, mais intermédiaire, né au cours du processus respiratoire. Il est le résultat d'une combustion incomplète. Si, une fois produit, il restait libre, il ne tarderait pas à se détruire, par oxydation, avec formation d'acide carbonique et d'eau ; mais, en présence d'une base, il se trouve soustrait à cette nouvelle oxydation, et la respiration s'arrête à un degré intermédiaire.

Il ne paraît pas que l'acide oxalique intervienne utilement dans la décomposition des sels inorganiques, tels que nitrates et phosphates, qui se trouvent dans la solution nourricière. Même lorsqu'il manque, le Champignon est, de lui-même, en état d'utiliser ces sels. L'acide joue un rôle plus réel, et plus indispensable, dans la neutralisation des bases qui, libres, sont un poison pour la plante.

La lumière et la chaleur sont au nombre des facteurs qui ont une action sur la quantité d'acide oxalique que contiennent les Champignons.

Déjà on n'ignore pas qu'en simple solution, et en l'absence de toute culture, l'acide oxalique diminue peu à peu sous l'influence d'une lumière diffuse. Au contraire il n'y a pas trace de destruction, même après huit mois, lorsqu'on le conserve à l'obscurité.

Cette disparition, à la lumière, est-elle due au seul éclairement ? La question est encore en suspens. Il est très possible que, sous d'autres circonstances encore, telles que la présence de certains sels métalliques, l'acide, en disparaissant, abandonne, à côté de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone. Concurremment à une oxydation, il se produirait alors une décomposition.

La lumière a donc une part certaine dans la disparition de l'acide oxalique des solutions où vivent les Champignons. Il est néanmoins à remarquer qu'elle n'est pas indispensable. Même à l'obscurité, la cellule provoque cette disparition, à condition qu'elle soit bien vivante et que la concentration de l'acide soit inférieure à 1 pour 100.

Pour la température, M. Wehmer a déterminé son influence sur des cultures d'*Aspergillus niger*.

Ce Champignon, sur différentes solutions, forme très fréquemment de l'acide oxalique, mais cet acide oxalique se combine presque toujours aussitôt avec la base du sel qui se trouve dans le milieu de culture. L'acide ne reste à l'état libre que dans un cas : lorsque le sel employé est l'azotate d'ammoniaque.

Dans les cultures faites avec ce sel, l'acide oxalique libre a été surtout abondant à la température de 15° à 20°. Vers 35°, température qui correspond au degré optimum pour l'accroissement de l'*Aspergillus*, on ne constate plus, au contraire, de trace appréciable d'acide libre.

En général, la quantité d'acide libre semble d'autant moindre que les conditions de développement sont plus favorables. Cette règle ne s'applique pas aux oxalates qui continuent à s'accumuler alors que l'acide libre manque.

Si, à la température ordinaire, on ajoute à la solution du sulfate d'ammoniaque ou du chlorure d'ammonium, on ne trouve pas dans la plante d'acide oxalique. Il faut en conclure que ces sels accélèrent les échanges nutritifs.

Lorsque l'*Aspergillus niger* est cultivé sur une solution de peptone, à laquelle on ajoute les sels usuels, M. Wehmer (1) a remarqué qu'une partie considérable de cette peptone se transforme en oxalate d'ammoniaque. Le premier produit de dissociation qui, en ce cas, apparaît, est l'ammoniaque, et c'est seulement pour neutraliser cette base, en se combinant avec elle, que l'acide oxalique se forme. Sa production, en effet, peut être supprimée par l'addition, à la solution, d'autres acides, tels que les acides nitrique ou phosphorique.

Les Champignons qui ne sont pas en état de neutraliser l'ammoniaque, en formant de l'acide oxalique, ne réussissent jamais sur une solution de peptone ; ils meurent rapidement.

Nous avons vu que, chez les végétaux à chlorophylle, l'acide oxalique ne peut rester libre et tue la plante s'il n'entre pas immédiatement en combinaison avec une base. D'après une explication, déjà ancienne, de Schleiden, ce serait pour éviter cette action funeste de l'acide oxalique (qu'elles forment en si grande abondance), que les Cactées prennent au sol de fortes quantités de chaux.

Après les faits observés et rapportés plus haut, cette théorie sur la cause de l'absorption de la chaux, ne paraît pas à M. Wehmer (1) d'une exactitude aussi rigoureuse qu'elle le semble au premier examen. Nous savons, en effet, que la présence d'une base active la formation de l'acide oxalique. Il est donc tout aussi permis d'attribuer à la présence de la chaux la production de l'acide que de considérer l'acide comme la cause de l'absorption de la chaux. En réalité, cette chaux est utile par elle-même et est, selon toute probabilité, la condition nécessaire d'un développement normal de la plante. Le carbonate de chaux est du nombre de ces substances dont les végétaux n'ont peut-être pas un besoin direct, mais qui aident aux transformations chimiques du contenu cellulaire. Enfin, il est bien connu que certaines Cactées se développent très bien sur des sols calcaires stériles.

---

(1) C. Weber : *Oxalsaures Ammon als pilzliches Stoffwechœlprodukt bei Ernährung durch Eiweiss* (Jahresbericht der naturhistorischen Gesellschaft. Hanover, 1892).

Cet exemple, d'une si grande accumulation normale d'oxalate dans les Cactées, montre bien, en tout cas, comment certains facteurs agissent différemment, suivant les circonstances. Ce qui est nuisible à une plante peut être très utile à une autre. M. Wehmer a vu, chez un *Opuntia Ficus indica*, un apport considérable de chlorure de sodium activer très sensiblement le développement.

Contrairement à l'opinion contenue par M. Schimper, M. Wehmer admet toujours que l'oxalate de chaux, une fois déposé dans les tissus, ne se redissout plus, et reste indéfiniment, sans être employé, à la place où la combinaison a eu lieu.

M. Kraus (2), qui a trouvé ce sel, en abondance dans l'écorce d'arbres et d'arbustes, est plutôt de l'avis de M. Schimper. Pour lui, l'oxalate de chaux de l'écorce est une matière de réserve si, sous ce nom, on comprend un corps qui, déposé en des endroits déterminés de la plante, est plus tard utilisé au fur et à mesure des besoins.

M. Kraus a dosé l'oxalate des rameaux en hiver et au printemps. Ses expériences, faites sur le Groseillier, l'Eglantier, le Pommier, démontrent que pendant le développement printanier des bourgeons, une partie de l'oxalate de chaux déposé dans l'écorce, au cours de l'année précédente, se redissout pour émigrer vers les autres parties de la plante.

On a beaucoup exagéré l'insolubilité de l'oxalate de chaux. Ce sel est lentement soluble dans les acides végétaux ordinaires et même dans leurs sels.

Or, le contenu aqueux des cellules cristalligènes mortes présente, comme les autres sucs cellulaires, une réaction faiblement acide, et ce liquide n'est pas en repos, mais soumis à des déplacements plus ou moins rapides.

Il est, par suite, très possible que les cristaux d'oxalate de chaux, baignant dans un courant de liquide continuellement renouvelé, se dissolvent.

---

(1) C. Wehmer : *Zur Physiologie der Kakteen* (Monatsschrift für Kakteenkunde. Berlin, janv. 1892).

(2) Kraus : *Ueber Calciumoxalat*, etc. (Botanisch. Centralblatt. XLIX).

Et ce phénomène ne serait pas particulier à l'oxalate de l'écorce ; il peut se produire pour l'oxalate des rhizomes et des autres organes analogues, au moment de l'épanouissement des bourgeons.

Les observations de M. Wahrlich (1) tendent à confirmer les précédentes, l'auteur dit avoir vu, dans des cotylédons de Lupin, des cristaux d'oxalate de chaux corrodés, aussi bien chez des individus cultivés à l'obscurité que sur des exemplaires élevés à la lumière, dans un sol privé ou pourvu de chaux. Il aurait encore constaté une dissolution du même sel chez des *Tradescantia discolor* et des *Bryophyllum calycinum* développés sur une terre sans chaux. Ce sont surtout les cristaux isolés qui sont attaqués; les raphides restent intacts.

M. Wahrlich pense que l'acide oxalique est le principal agent de dissolution de l'oxalate de chaux. D'autre part il semble qu'il y ait, dans le *Vanilla planifolia*, des rapports particuliers entre l'oxalate de chaux et les éléoleucites de Waltker.

L'oxalate de chaux, dont il est le plus généralement question dans la plupart des travaux faits sur ce sel est celui qui se dépose dans les cellules spéciales. M. Borodine (2) distingue cet oxalate, qu'il appelle *oxalate localisé*, de celui qui se rencontre dans toute l'étendue d'un tissu et qui constitue une seconde catégorie, sous le nom d'*oxalate diffus*.

L'étude de cette seconde série d'oxalate n'a pas été faite jusqu'alors d'une façon suivie; elle a éte entreprise par M. Borodine.

L'oxalate de chaux diffus se trouve aussi bien dans l'épiderme que dans le mésophylle, surtout dans le parenchyme en palissade.

Il est d'autant plus abondant qu'il est plus près de la face ventrale de la feuille; il y en a plus dans l'épiderme supérieur que dans l'épiderme inférieur qui, bien souvent, en est complètement dépourvu. Sa production dépend beaucoup de la lumière. Tantôt il se présente sous forme de cristaux isolés; tantôt ce sont des mâcles ou des sphérocristaux.

Sur 916 Angiospermes qui poussent dans le gouvernement de Moscou, M. Borodine a trouvé que 328 espèces renferment de l'oxalate localisé, et 40 de l'oxalate diffus; les 548 autres n'ont pas d'oxalate, du moins dans les feuilles.

Le dépôt diffus est donc, chez les Phanérogames, relativement rare, dans la proportion de 4,4 pour 100. Il est surtout fréquent chez les Gamopétales, en particulier chez les Labiées. Viennent ensuite les Gentianées et les Convolvulacées.

La proportion du sel dans la plante est assez constante pour chaque espèce. Il y a là un moyen de reconnaissance, qui peut être utilisé en classification, où il est déjà tiré parti des dépôts d'oxalate localisé.

---

(1) Wahrlich : *Ueber Calciumoxalat in der Pflanzen* (Inaugural-Dissertation, Marburg, 1892).

(2) Borodine: *Sur le dépôt diffus d'oxalate de chaux dans les feuilles.* (Travaux de la Société des naturalistes de S^{t} Pétesbourg, 1992.) En russe. D'après le compte-rendu du Botanisches Centralblatt.

L'oxalate de chaux diffus, plutôt rare et exceptionnel chez les Phanérogames, est, au contraire, d'après M. Poirault (1), la forme la plus habituelle sous laquelle on rencontre ce sel chez les Cryptogames vasculaires.

Il y est représenté, comme chez les Phanérogames, par des cristaux isolés, des mâcles ou des sphéro-cristaux. Souvent chaque cellule ne contient qu'un cristal, ou bien un amas de cristaux aciculaires si petits que, dans beaucoup de cas, ils sont restés inaperçus.

Dans un même genre de Phanérogames, ainsi que l'a montré M. Borodine, toutes les espèces ne contiennent pas nécessairement de l'oxalate diffus. Il en est de même dans les Fougères, où le sel peut, par suite, avoir encore la valeur d'un caractère spécifique.

Les cristaux d'oxalate de chaux des Cryptogames vasculaires se rapportent, tantôt au système quadratique, tantôt au système monoclinique.

L'oxalate monoclinique, de beaucoup le plus fréquent, se présente tantôt sous forme de cristaux prismatiques isolés *(Acrostichum spicatum, Scolopendrium brasiliense, Gymnogramme aspidoïdes,* etc.), tantôt sous celle de mâcles, tantôt sous celle de sphéro-cristaux *(Cibotium Schiedei, Ophioglossum pendulum,* etc.).

Les tissus cristalligènes sont exclusivement l'épiderme (à l'exception des cellules stomatiques) et le tissu cortical, soit de la tige, soit quelquefois même de la racine. Jamais il n'y a d'oxalate en dedans de l'endoderme, dans le système conducteur.

Chez les Cyathéacées, les cristaux, qui sont, d'ordinaire, des sphéro-cristaux se montrent dans les couches de parenchyme qui avoisinent l'épiderme supérieur des feuilles. Cet épiderme supérieur, de même que le parenchyme lacuneux et l'épiderme inférieur, en sont dépourvus.

Pour les Marattiacées, MM. Belzung et Poirault (2), confirmant ce que M. Monteverde avait déjà reconnu, que les cristaux des *Angiopteris*, rapportés par M. Hansen au sulfate de chaux, sont de l'oxalate.

Nous ne pouvons énumérer toutes les espèces de Cryptogames vasculaires chez lesquels M. Poirault a trouvé de l'oxalate diffus; mais de toutes les observations de l'auteur il découle que si ce sel paraît manquer à quelques genres, s'il est, chez d'autres, en petites quantités, il est très abondant dans certaines espèces. Dans beaucoup de ces plantes, les cristaux sont gros, nettement apparents ; ailleurs cependant on voit quelquefois prédominer les formes microcristallines, et c'est là probablement la raison qui les a fait méconnaître dans bien des cas où leur présence n'est pas douteuse.

---

(1) G. Poirault : *Recherches sur les Cryptogames vasculaires.* (Annales des Sciences naturelles, 1894)

(2) Belzung et G. Poirault : *Sur les sels de l'Angiopteris evecta* (Journal de Botanique. 1892).

Quoique bien plus rare que l'oxalate diffus, l'oxalate de chaux localisé se rencontre aussi chez les Cryptogames vasculaires. Il faut rappeler que, dans le *Davallia Mooreana* les gaînes scléreuses qui entourent les stèles sont cristalligènes, d'après M. Lacchmann, qu'il en est de même, d'après M. Walter, des cellules périphériques des massifs de scléréides de la tige de divers *Polypodium*; et enfin M. Poirault a trouvé de ces cellules à très beaux cristaux d'oxalate de chaux dans les gaînes péristéliques de divers *Acrostichum*.

Les cristaux d'oxalate de chaux ne se rencontrent pas seulement à l'intérieur des cellules; ils incrustent aussi parfois les membranes.

M. Karl Müller (1) pense que ces derniers peuvent avoir deux origines différentes : ou bien ils se sont formés dans la membrane, sans contact avec le contenu cellulaire, ou bien ils sont apparus dans la cellule et ne se sont trouvés inclus qu'ultérieurement.

Le premier mode de production serait néanmoins le plus ordinaire ; M. Müller l'a constaté avec certitude dans l'épiderme et le liber de diverses Conifères, dans l'épiderme d'*Ephedra vulgaris* et de différentes espèces de *Sempervivum*.

L'inclusion ultérieure de cristaux formés dans la cellule n'a été vue que dans la parenchyme sous-épidermique des feuilles de *Pandanus* et de *Freycinetia*.

Les cristaux de l'épiderme de *Dracœna* et de *Mesembryanthemum*, des poils intercellulaires de *Nymphœa* et de *Nuphar*, du liber de *Taxus* et de *Cephalotaxus*, qui adhèrent à la membrane sans en être enveloppés, naissent sans doute à la limite, entre le protoplasme et l'enveloppe.

Ceux qui se sont bien manifestement développés dans la membrane résultent évidemment de la combinaison d'un oxalate soluble avec un sel de chaux.

---

(1) Hans Karl Müller : *Ueber die Entstehung von Kalkoxalat krystallen in pflanzlichen Zellmembranen* (Inaugural Dissertation. Leipzig, 1890).

(*A suivre*). Henri Jumelle.

Le Gérant, Th. Clerquin.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les six premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des six premiers volumes de la

Revue générale de Botanique :

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — Bornet : *Ectocarpus fulvescens.* — Guignard : Anthérozoïdes. — Bonnier : Végétation de la vallée de Chamonix ; Lichens et protonémas des Mousses ; Renonculacées de la Flore de France. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Développement des plantes annuelles. — Kolderup-Rosenvinge : Organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — De Planta : Crosnes du Japon. — De Saporta : Palmiers fossiles. — Dupray : Nouvelle espèce de *Spirogyra.* — Prillieux : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — Dufour : Nouvelle espèce de Chanterelle ; Gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — Trabut : *Abies numidica.* — Seignette : Les tubercules. — Costantin : *Alternaria* et *Cladosporium.* — Poulsen : Phanérogame sans chlorophylle. — Masclef : Hellébores.

Revues : Anatomie (Leclerc du Sablon) ; Champignons (Costantin) ; Technique (Dufour) ; Lichens (Hue) ; Plantes de l'Asie (Franchet) ; Physiologie végétale (Jumelle) ; Paléontologie végétale (de Saporta).

Tome II. — *(576 pages, 25 planches et 203 figures dans le texte).*— **Battandier** et **Trabut** : *Pancratium Saharæ.*— **Curtel** : Transpiration et assimilation pendant les nuits norvégiennes. — **Flot** : Structure de la tige des arbres. — **Heckel** : Nouvelle espèce de l'Afrique.— **Lesage** : Feuilles des plantes maritimes — **Bonnier** : La vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées — **Daguillon** : Feuilles des Conifères.— **Russell** : Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; *Vicia sepium.*— **Jumelle** : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration. — **Brandza** : Hybrides. — **Leclerc du Sablon** : Sommeil des feuilles. — **Aubert** : Acides organiques chez les plantes grasses. — **de Lagerheim** : Un parasite de la Vigne. — **Daniel** : Tannin des Composées. — **Franchet** : Bambusées à étamines monadelphes. — **Poulsen** : Grains d'aleurone

Revues : Algues (**Flahault**) ; Botanique forestière (**Henry**) ; Paléontologie végétale (**de Saporta**) ; Physiologie et Chimie végétales (**Jumelle**) ; Lichens (**Hue**) ; Anatomie (**Leclerc du Sablon**) ; Bactéries et fermentations (**Boutroux**) ; Plantes de la France (**Masclef**).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — **Brandza** : Téguments de la graine.— **Russell** : Ascidies de Chou.— **Devaux** : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — **Bordet** : *Carex.* — **Aubert** : Appareil de MM. **Bonnier** et **Mangin** pour l'analyse des gaz. — **Viala** : Maladie des greffes boutures ; Maladie des raisins.— **Prunet** : Perforation des Pommes de terre par le Chiendent. — **Fayod** : Structure du protoplasma. — **Jumelle** : Assimilation et transpiration chlorophylliennes. — **Daniel** : Influence du drainage et de la chaux. — **Bastit** : Tige et feuille des Mousses. — **Conway Macmilian** : Plantes européennes introduites dans le Minnesota.— **Trabut** : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; *Riella.* — **Daniel** ; Racines napiformes transitoires.— **Costantin** : Culture des Basidiomycètes. — **Magnin** : *Cyclamen europæum.*

Revues : Plantes de la France (**Masclef**) ; Champignons (**Costantin**) ; Physiologie et chimie végétales (**Jumelle**) ; Technique (**Dufour**).

Tome IV.— *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — **Trabut** : *Quercus Mirbeckii.* — **Masclef** : *Pteris aquilina* sur le calcaire. — **Russell** : Inflorescence mâle du Noyer.— **Jumelle** : Recherches physiologiques sur les Lichens.— **Dewèvre** et **Bordage** : Mouvements des végétaux. — **Leclerc du Sablon** : Tubercules des Equisétacées ; Maladie du Platane. — **Prunet** : Plantes et insectes. — **Hervier** : Plantes d'Espagne. — **Bonnier** : Réviviscence des plantules desséchées ; Variations de pression dans la Sensitive.— **Aubert** : Respiration et assimilation des plantes grasses. — **de Janczewski** : *Anemone.* — **Jacob de Cordemoy** : Liliacée exotique. — **Costantin** et **Dufour** : La Môle. — **Giard** : *Lachnidium acridiorum.* — **de Lamarlière** : Les feuilles à l'ombre et au soleil.

Revues : Physiologie et chimie végétales (**Jumelle**) ; Lichens (**Hue**) ; Anatomie (**Prunet**) ; Bactéries et fermentations (**Boutroux**) ; Plantes de la France (**Masclef**).

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 241 figures dans le texte).* — **Duchartre** : *Rosa sericea.* — **Bonnier** : Transmission de la pression à travers les plantes : Alphonse de Candolle. — **Boudier** : Tubercules pileux de certains Agarics. — **Prunet** : Tubercules de la Pomme de terre. — **Russell** : Sur les pelotes marines. — **Costantin** : Convergence des formes conidiennes. — **Naudin** : Fécondation des *Phœnix.* — **Mesnard** : Pureté de certaines essences végétales. — **Warming** : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil).— **De Lamarlière** : Développement de quelques Ombellifères.— **Magnin** : Végétation des lacs du Jura. — **Jaccard** : La pression des gaz et le développement des végétaux. — **Briquet** : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — **Boulanger** : *Matruchotia varians.* — **Palladine** : Respiration des feuilles vertes et étiolées. — **Leclerc du Sablon** : Anatomie de la tige de la Glycine. — **Lothelier** : Les plantes à piquants. — **Costantin** et **Dufour** : Action des antiseptiques sur la Môle.

Revues : Lichens (**Hue**) ; Algues (**Flahault**) ; Paléontologie végétale (**de Saporta**) ; Botanique forestière (**Henry**) ; Bactéries et fermentations (**Boutroux**).

* **Tome VI.** — *(544 pages, 21 planches et 57 figures dans le texte).*— **Daniel** : La greffe ; Applications de la greffe herbacée.— **Prunet** : Propagation du Pourridié.— **Flot** : Procédés de micrographie. — **Houlbert** : Propriétés optiques du bois. — **Mesnard** : Parfums des plantes. — **Devaux** : A. Merget. — **Mer** : Chaudron de Sapin. — **Naudin** : Littoral de la Provence. — **Palladine** : Rôle des hydrates de carbone dans la résistance à l'asphyxie. — **Trabut** : *Marsilia* ; *Œdomyces leproides.*— **De Saporta** : *Rhizocaulon.*— **Prunet** : Répartition des engrais.— **Costantin** et **Matruchot** : Vert-de-gris, Plâtre et Chanci.— **De Lamarlière** : Espèces nouvelles de Sphériacées.— **Lund** : Dessiccation et respiration des tubercules. — **Hy** : Inflorences. — **Dufour** et **Hickel** : Ennemis du Pin. — **Bazot** : Géographie botanique de la Côte-d'Or. — **Bonnier** : P. Duchartre ; Plantes arctiques et plantes alpines.

Revues : Bactéries et fermentations (**Boutroux**) ; Algues (**Flahault**) ; Physiologie et chimie végétales (**Jumelle**) ; Lichens (**Hue**) ; Champignons (**Costantin**).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SEPTIÈME

Livraison du 15 Juin 1895

N° 78

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1895

LIVRAISON DU 15 JUIN 1895

I. — INFLUENCE DE LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE CONTINUE SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES PLANTES (avec planches), par **M. Gaston Bonnier** 241

II. — RECHERCHES SUR LA GERMINATION DES GRAINES OLÉAGINEUSES, par **M. Leclerc du Sablon** *(fin)* 258

III. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES BACTÉRIES ET LES FERMENTATIONS publiés pendant l'année 1892 (avec figures dans le texte), par **M. L. Boutroux**, *(fin)* 270

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. H. Jumelle** *(suite)*. 278

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

Planche 6. — *Helleborus niger.*

Planche 7. — *Pinus austriaca ; Helleborus niger.*

Planche 8. — *Fagus silvatica ; Helleborus niger.*

Cette livraison renferme en outre neuf gravures dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

INFLUENCE
DE LA
LUMIÈRE ÉLECTRIQUE CONTINUE
SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES PLANTES

par M. Gaston **BONNIER**.

Je me suis proposé dans ces recherches de réaliser, pour les végétaux, un milieu extérieur qui demeure sensiblement toujours le même. Comme l'une des principales conditions de la végétation est l'éclairement, j'ai dû m'adresser à la lumière électrique pour essayer de constituer un semblable milieu. Mais, pour cela, il fallait employer cette lumière de façon qu'elle agisse d'une manière analogue à la lumière solaire, en éliminant autant que possible les radiations nuisibles au développement des plantes.

Des conditions constantes étant réalisées pour l'éclairement, la température et l'état hygrométrique, je me suis demandé si, en supprimant le repos nocturne, et de plus en laissant la lumière continue toujours de la même intensité, il ne se produirait pas des modifications dans le développement des végétaux et même dans leur structure intérieure.

On pourrait être tenté, il est vrai, de comparer l'éclairage ininterrompu à celui qui se produit en été dans les hautes latitudes, en Norwège, par exemple. Mais il faut remarquer que dans ces pays, la lumière est bien loin d'être constante ; le minimum d'assimilation à minuit y est très différent du maximum de midi, ainsi que l'a démontré un de mes élèves, M. Curtel (1) ; il y a pour les plantes, même en été, une période de repos relatif qui n'existe pas dans mes expériences.

---

(1) Curtel : *Recherches physiologiques sur la transpiration et l'assimilation pendant les nuits norvégiennes* (Revue générale de Botanique, tom. II, p. 7, 1890).

C'est seulement avec les quelques plantes arctiques qui se développent dans le cercle polaire que la comparaison peut être faite. C'est dans ce but que j'ai étudié la morphologie et la structure des formes arctiques (1) et que j'ai essayé de reproduire expérimentalement la même structure caractéristique de ces plantes, en éclairant à la lumière continue et dans un air très humide des individus recueillis dans les Alpes et les Pyrénées et qui appartenaient à des espèces qu'on trouve aussi au Spitzberg et à l'île Jan-Mayen.

M. Hervé-Mangon, en 1861 (2), a fait les premières tentatives de culture à la lumière électrique. Ces essais ne furent pas de longue durée, mais permirent cependant de montrer que la chlorophylle se développe sous l'influence de la lumière électrique dans les cellules de jeunes plantes en germination.

En 1869, M. Prillieux (3) a constaté que la lumière électrique permet aux plantes d'assimiler en décomposant l'acide carbonique et en produisant de l'oxygène. On pourrait conclure de ces expériences qu'à la lumière électrique, non seulement les plantes produisent de la chlorophylle, mais que, de plus, cette chlorophylle provoque l'assimilation et favorise ainsi le développement de la plante.

En 1880 et en 1881, M. C. W. Siemens (4) en Angleterre, en 1881, M. P. P. Dehérain, et de 1889 à 1891, la Cornell University ont fait des expériences de culture dans lesquelles les plantes étaient éclairées à la lumière ordinaire pendant le jour et à la lumière électrique pendant la nuit. Une série de cultures fut même faite dans la Cornell University, uniquement à la lumière électrique directe.

Au point de vue du bénéfice que peuvent retirer les plantes de l'éclairement électrique, les conditions n'étant pas les mêmes dans toutes ces séries de tentatives, les résultats furent contradictoires, certaines expériences ayant donné des résultats favorables, d'autres au contraire ayant fait périr les plantes (5). Il en est résulté cependant ce fait général que les rayons directs produits par l'arc électrique non entouré de verre sont nuisibles pour les plantes, surtout lorsqu'elles ne sont pas à une distance suffisante de la source lumineuse.

---

(1) G. Bonnier : *Les plantes arctiques comparées aux mêmes espèces des Alpes et des Pyrénées* (Revue générale de Botanique, tome VI, p. 505, 1894).

(2) Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, tom. LIII, p. 243.

(3) Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, tom. LXIX, p. 410.

(4) Proceedings of the Royal Society, t. XXX, p. 210 et 293. — British Association for Advencement of Sciences, 1891, p. 474.

(5) M. Montpellier a rendu compte d'une manière très claire de ces différents résultats (Voy. Revue scientifique, tome 49, 1892, p. 339).

Dans aucune des cultures précédentes on n'a réussi à maintenir la plante pendant plusieurs mois à la lumière électrique continue et aucune recherche n'a été faite sur les modifications que cette lumière continue peut exercer sur la structure des végétaux.

On dit souvent que le changement de conditions extérieures influe beaucoup plus sur la forme générale que sur l'organisation interne; cela est souvent vrai, mais le contraire peut avoir lieu et l'un des résultats les plus intéressants obtenus dans mes expériences est l'influence relativement considérable qu'exerce la lumière continue sur la structure intérieure des plantes.

Les cultures ont été faites dans le pavillon d'électricité des Halles centrales à Paris, que le Conseil municipal a bien voulu mettre à ma disposition. Les plantes étaient soumises à une température sensiblement constante (13° à 15°) et à un état hygrométrique qui variait peu (66 à 72). Le renouvellement de l'air, assez difficile à établir, était maintenu par un ventilateur établi dans l'une des grandes cheminées des Halles. La lumière électrique était produite par des lampes à arc, sous globe, réglées à 8 ampères, et les plantes, suivant la distance à laquelle elles se trouvaient des lampes, étaient protégées contre l'influence nuisible des rayons ultra-violets par une ou plusieurs épaisseurs de vitres. Des études spectroscopiques préalables ont fait voir qu'un verre d'une épaisseur convenable suffit pour éliminer la majeure partie des rayons ultra-violets. On sait d'ailleurs que la lumière des lampes à arc ne diffère guère de la lumière solaire, quant aux radiations qui correspondent au reste du spectre.

Pour chaque année de culture, la lumière électrique a été maintenue sans discontinuité, jour et nuit, pendant six ou sept mois. Les plantes étaient disposées à des distances variant de 1 mètre 50 à 4 mètres, devant les lampes à arc, dont la lumière était réglée d'une manière sensiblement constante. Lorsqu'on voulait mettre les plantes à la lumière discontinue, on les recouvrait complètement d'un écran dont les cinq faces étaient noircies, mais percées d'ouvertures ne laissant pas passer la lumière et permettant le renouvellement de l'air à l'intérieur.

Des plantes comparables étaient cultivées à la Sorbonne ou à l'École Normale Supérieure et celles sur lesquelles on devait faire des comparaisons anatomiques étaient placées dans des étuves vitrées, où les conditions de température et d'état hygrométrique étaient rendues sensiblement identiques à celles du Laboratoire des Halles.

Lorsqu'on voulait établir des comparaisons complètes, quatre lots de plantes semblables étaient placés, dans les mêmes conditions, sauf l'éclairement :

Le premier, à un éclairement électrique constant ;

Le second, au même éclairement de 6 heures du matin à 6 heures du soir et à l'obscurité de 6 heures du soir à 6 heures du matin ;

Le troisième, aux conditions ordinaires d'éclairement solaire et de repos nocturne ;

Le quatrième était maintenu constamment à l'obscurité.

Des expériences préalables m'ont fait voir que, dans les conditions où j'opérais, l'éclairement électrique sous verre permettait à l'assimilation de se produire d'une manière suffisamment intense. C'est ainsi, par exemple, que 12 grammes de feuilles de *Ranunculus bulbosus*, dans 400 cc. d air renfermant 6 pour 100 d'acide carbonique et à 2 mètres de distance d'une lampe sous globe, à la température de 13°, ont dégagé 1,05 d'oxygène, tandis que les mêmes feuilles en dégageaient dans les mêmes conditions, 3,95 à la lumière solaire.

Le local que j'avais au Pavillon des Halles était loin d'être favorable à la culture des plantes et un assez grand nombre d'espèces ne pouvaient pas y être cultivées. Les plantes qui ont pu s'adapter à ce milieu et y rester à l'état de vie active pendant de longs mois sont surtout les espèces ligneuses, les plantes issues de germinations faites sur place, les plantes à bulbes et les plantes aquatiques submergées.

J'exposerai successivement dans ce travail :

1° Le résultat de la comparaison des plantes cultivées à la lumière électrique continue, à la lumière normale et à l'obscurité.

2° Les variations de la structure avec l'intensité de la lumière.

3° Les essais de culture de plantes alpines à la lumière continue et dans l'air humide.

De plus, les comparaisons ont été souvent établies avec les échantillons normaux recueillis dans leurs stations naturelles.

Je ne puis pas terminer cette introduction sans remercier particulièrement M. le Docteur Levraud, auquel je dois d'avoir pu installer ces expériences, grâce à l'appui qu'il a bien voulu me prêter auprès du Conseil municipal de Paris et de l'administration municipale.

I

MODIFICATIONS PRODUITES DANS LES VÉGÉTAUX PAR L'ÉCLAIREMENT ÉLECTRIQUE CONTINU

Helleborus niger L.

Des pieds semblables de cette espèce ont été plantés en pots le 26 novembre 1892 et cultivés, toutes les autres conditions étant sensiblement égales : 1° à la lumière électrique continue ; 2° à la lumière électrique discontinue ; 3° aux alternatives normales d'éclairement solaire et de nuit ; 4° à l'obscurité.

Dans ces quatre cas différents, les feuilles de la base ont commencé à se développer entre le 7 et le 10 décembre. Le 15 décembre, à l'obscurité, les pétioles des feuilles avaient en moyenne $7^c,5$ de hauteur ; à l'éclairement normal, 6^c ; à l'éclairement électrique discontinu, $6^c,5$: à l'éclairement électrique continu, 5^c.

Lorsque les feuilles, à ce dernier éclairement, avaient atteint leur développement complet, elles présentaient un limbe dont les différentes parties étaient un peu repliées sur les bords et dont la couleur verte était visiblement beaucoup plus intense qu'à la lumière discontinue ; les feuilles étaient moins grandes et plus épaisses, le pétiole d'un diamètre plus grand.

1. *Structure du pétiole.* — Des coupes, au milieu du pétiole de feuilles de la base développées, dans deux exemplaires cultivés à la même température et au même état hygrométrique, le premier à la lumière discontinue normale, le second à la lumière électrique continue, font voir les différences suivantes :

A la lumière continue, l'épiderme (E, fig. C_1, pl. 6) a ses cellules plus tabulaires et dont la plus grande dimension n'est pas perpendiculaire à la surface du pétiole, comme cela a lieu à la lumière normale. L'écorce, au lieu d'être constituée par les cellules devenues rondes et laissant entre elles des lacunes plus ou moins grandes (CC, I, fig. D_1, pl. 6), est formée de cellules polyédriques séparées sur la section par des méats quadrangulaires (CC, I, fig. C_1).

La différence la plus intéressante à signaler entre les deux coupes est relative à la disposition des faisceaux. Si l'on ne regardait que la coupe du pétiole à la lumière continue (fig. C_1, pl. 6, et fig. C_3, pl. 8), on la décrirait comme composée d'un certain nombre de faisceaux L, B, ayant chacun leur endoderme spécial bien net (E', fig. C_1, pl. 6) et plongés dans un tissu conjonctif général ou tissu cortical allant jusqu'au centre du pétiole; ce tissu cortical est, en effet, formé d'éléments tout à fait semblables entre eux depuis les couches sous-épidermiques CC jusqu'au centre CC''.

Mais si l'on regarde maintenant la coupe similaire à la lumière discontinue (fig. D_1, pl. 6, et fig. D_3, pl. 8), on décrira ce même pétiole de la même plante comme formé par une écorce périphérique CC qui entoure un cylindre central à endoderme unique (*en*, fig. D_1, pl. 6, et P, fig. D_3, pl. 8).En effet, dans cette coupe, la limite de l'endoderme et du péricycle (P, fig. D_1, pl. 6) est nettement indiquée par la lignification de ce dernier, composé de plusieurs assises de cellules qui se distinguent très nettement et qui forment sur la section un cercle comprenant tous les faisceaux libéro-ligneux.

Ainsi donc il semblerait qu'un simple changement dans le mode d'éclairement a transformé complètement le type de la structure du pétiole. A la lumière continue, ce serait un pétiole où le cylindre central ne serait représenté que par les tissus qui sont à l'intérieur de l'endoderme de chaque faisceau (fig. C_3, pl. 8), comme cela a lieu normalement pour l'*Helleborus guttatus*, tandis qu'à la lumière discontinue, ce serait un pétiole à cylindre central unique, comprenant un anneau de péricycle général, tous les faisceaux et une moelle considérable (fig. D_3, pl. 8).

Or, si l'on considère une cellule de ce péricycle différencié (C', fig. D_1, pl. 6), à la lumière discontinue, et la cellule du tissu conjonctif général qui lui correspond à la lumière continue (C', fig. C_1, pl. 6), il est bien évident que ces deux cellules ont exactement la même origine dans les deux cas. On décrirait la première comme cellule du cylindre central et la seconde comme cellule de l'écorce, ce qui est impossible.

On est donc obligé d'admettre, en prenant pour type la structure normale, qu'on a été trompé par l'apparence à la lumière continue, que l'assise régulière (E', fig. C_1) qu'on y observe autour de chaque faisceau n'est pas l'endoderme de ce faisceau, que les cellules exactement semblables de la partie centrale des régions interfasciculaires C' et de la région périphérique CC, ne forment pas un conjonctif général et ne sont pas les cellules d'un tissu cortical qui va jusqu'au centre CC". On est donc forcé de supposer que la partie supérieure seule CC de ce conjonctif homogène correspond à l'écorce, que certaines cellules de ce même conjonctif homogène, et bien qu'il soit impossible de les reconnaître, constituent théoriquement un endoderme général, que des cellules plus internes également méconnaissables C' correspondent à un péricycle enveloppant les faisceaux, et que le reste, c'est-à-dire la partie centrale CC", constitue la moelle.

Mais alors, dans les échantillons normaux des pétioles de si nombreuses plantes qui offrent exactement le même type de structure que ce pétiole d'Hellébore à la lumière continue, a-t-on réellement des faisceaux entourés chacun par leur endoderme et à un conjonctif général cortical, allant depuis l'épiderme jusqu'au centre du pétiole? Ou bien est-on trompé par l'apparence, et faut-il considérer le tissu conjonctif du pétiole comme divisé en plusieurs zones correspondantes à l'écorce, à un endoderme général, à un péricycle unique et à une moelle?

D'autres échantillons de la même plante, pour des recherches différentes, ont été cultivés aussi à la lumière électrique continue, mais à une distance plus rapprochée des lampes; on voit alors dans la coupe du pétiole que les faisceaux sont reliés entre eux par deux ou trois assises de cellules un peu différentes des autres, et dont l'ensemble passe à l'extérieur de chaque faisceau. C'est évidemment dans ces cellules qu'il faut chercher le péricycle général, et l'assise de cellules ordinaires qui leur est immédiatement extérieure doit correspondre à l'endoderme général.

Cette coupe montre donc un intermédiaire très intéressant entre la structure normale du pétiole et la structure de ce même organe à la lumière continue plus faible, ou même à l'obscurité; car, en ce dernier cas, on trouve aussi des faisceaux distincts, mais à peine différenciés, qui semblent plongés dans un tissu absolument homogène depuis l'assise sous-épidermique jusqu'au centre du pétiole.

La comparaison pure et simple des coupes dont je viens de parler fait voir à quel point l'anatomie est encore peu renseignée sur l'origine et la différenciation des tissus de la feuille.

2. *Structure du limbe.* — Le limbe de la feuille à la lumière discontinue (fig. D_2, pl. 7) est nettement différencié en une assise palissadique PL qui occupe à peu près le tiers de l'épaisseur du mésophylle et en un tissu lacuneux LC. A la face supérieure, l'épiderme ES est formé de cellules tabulaires, à la face inférieure EI, il a des cellules plus arrondies.

A la lumière continue (fig. C_2, pl. 7), le mésophylle est presque homogène, l'assise supérieure qui correspond à l'assise en palissade PL a toutefois des éléments plus serrés, mais il n'y a pas trace de différenciation du tissu lacuneux L et les cellules de l'épiderme à la face inférieure EI sont presque semblables à celles de l'épiderme à la face supérieure ES.

A l'obscurité les différentes parties du limbe restent enroulées sur elles-mêmes et montrent en coupe une organisation encore plus simple que la précédente.

En somme, la structure du limbe de cette plante, dans les conditions où elle a été cultivée à la lumière continue, se rapproche plus de la structure à l'obscurité que de la structure normale ; mais elle est caractérisée par l'abondance des grains de chlorophylle répartis presque uniformément dans toutes les cellules du mésophylle (fig. C_2, pl. 7).

Helleborus guttatus (Hort.).

L'*Helleborus guttatus*, cultivé dans les mêmes conditions, présente les mêmes modifications extérieures et la figure 7 de la planche 18 réprésente une feuille de cette espèce complètement développée à la lumière continue.

Les modifications de structure du limbe sont analogues à celles que présente l'espèce précédente.

Quant à la structure du pétiole, elle offre dans l'échantillon normal la même disposition que celle qu'on observe pour l'*Helleborus niger* à la lumière électrique continue peu intense. Les faisceaux libéro-ligneux sont comme plongés dans un tissu homogène où il est impossible de reconnaître un endoderme ou un péricycle général ; chaque faisceau semble avoir, au contraire, son endoderme particulier.

A la lumière continue, ce plan de structure n'est pas changé ; on note toutefois les différences suivantes : le pétiole est plus gros, les fibres extra-libériennes de chaque faisceau ne sont ni épaissies, ni lignifiées, tandis que les faisceaux du bois, bien lignifiés, ont un calibre plus grand ; enfin le tissu conjonctif général est formé de cellules polyédriques à méats moins étendus et moins nombreux.

— L'*Helleborus fœtidus* L., cultivé de même, fait voir d'une manière générale les mêmes modifications quant à la structure du limbe.

Ranunculus bulbosus L.

Des échantillons semblables de *Ranunculus bulbosus*, provenant de Fontainebleau, ont été cultivés comparativement, les autres conditions étant les mêmes, à la lumière continue, à la lumière discontinue et à la lumière normale ; ces cultures ont été établies le 31 mars 1892.

Les feuilles, qui étaient en voie de développement lorsqu'on a planté ces divers individus, se sont d'abord accrues beaucoup plus à la lumière électrique, mais des feuilles nouvelles, entièrement écloses et développées à la lumière continue, étaient moins grandes, plus épaisses et plus vertes que celles qui avaient poussé en même temps à la lumière électrique discontinue ou à la lumière normale.

Structure de la feuille. — Le limbe de la feuille possède, à la lumière continue, un tissu beaucoup plus serré, moins lacuneux, et la chlorophylle y est beaucoup plus abondante.

Le pétiole des feuilles comparables a un diamètre à peu près deux fois plus grand à la lumière continue et ne présente pas, comme à la lumière discontinue, des lacunes formées par le déchirement du tissu ; en outre, toutes les cellules du parenchyme y sont plus grandes et plus cohérentes ; l'endoderme des faisceaux est moins distinct, tandis que les tissus libéro-ligneux sont assez semblables dans les deux cas.

— Le *Ranunculus repens* L. a présenté des modifications analogues. Le *Ranunculus auricomus* L. a verdi aussi beaucoup plus à la lumière continue, mais les échantillons de toutes les cultures de cette espèce ont dépéri trop rapidement pour qu'on pût en faire l'étude anatomique.

Ranunculus asiaticus L.

Des griffes de cette Renoncule des fleuristes ont été plantées comparativement à la lumière électrique continue, à la lumière discontinue, à la lumière normale et à l'obscurité. Les figures 16 C, 16 D et 16 N de la planche 14 représentent une feuille de cette espèce provenant de trois de ces cultures. On voit que la feuille de la plante, exposée à la lumière continue 16 C, est moins allongée que celle développée à la lumière discontinue 16 D et que celle développée à l'obscurité 16 N; dans cette dernière le limbe est à peine marqué. A la lumière continue, le limbe ne s'étale jamais complètement, mais il est bien constitué, épais et beaucoup plus vert qu'à la lumière discontinue.

Structure de la feuille. — Le pétiole est beaucoup plus gros à la lumière continue. Cette augmentation de volume est surtout due à l'écorce dont les cellules sont plus grandes et plus nombreuses; les faisceaux sont bien différenciés, moins cependant qu'à la lumière normale. Le limbe est plus épais à la lumière continue et beaucoup plus riche en chlorophylle.

— L'*Anemone hortensis* L. a présenté sensiblement les mêmes modifications.

L'*Anemone Pulsatilla* L. a fait voir à la lumière continue, des feuilles à lanières plus courtes, plus riches en chlorophylle et à structure simplifiée.

Le *Ficaria ranunculoides* Mœnch. a montré des modifications analogues à celles du *Ranunculus repens*.

Nuphar luteum Sm.

Les graines de cette espèce ont très bien germé dans l'aquarium qui était disposé dans le laboratoire des Halles. Elles ont germé en même temps et dans de l'eau maintenue à la même température, à un éclairement normal.

La structure des premières feuilles ayant atteint leur développement complet (ces feuilles étaient maintenues submergées dans les deux cas) s'est très peu modifiée quant à la différenciation des parois des cellules.

Mais à la lumière continue, la chlorophylle était plus abondante et plus uniformément répartie dans les divers éléments du limbe.

Lepidium sativum L.

Le Cresson alénois a été mis à germer et s'est bien développé à tous les éclairements.

A la lumière continue, la structure du limbe est simplifiée et les cellules remplies de grains de chlorophylle. On verra plus loin quels sont les résultats des diverses structures de cette plante, à des intensités de lumière électrique très différentes les unes des autres.

— Le *Nasturtium officinale* R. B., obtenu de germination, s'est bien développé, à la lumière électrique continue, à la surface de l'eau de l'aquarium. Le limbe de la feuille présentait les mêmes modifications que celui des espèces précédentes.

Viola canina L.

Cette espèce cultivée dans les conditions précédentes a présenté les modifications suivantes :

Structure de la tige. — Des sections comparables font voir, à la lumière continue, une écorce à cellules plus grandes, un liber moins différencié, l'assise génératrice moins active, un bois moins lignifié et une moelle dont les éléments ressemblent plus à ceux du tissu cortical.

Structure de la feuille. — Le limbe montre un tissu plus homogène dont les palissades sont à peine indiquées et dont tous les éléments sont formés de chlorophylle.

Tilia silvestris Desf.

Des pieds de cette espèce aussi semblables que possible avaient été mis en pots au laboratoire de Fontainebleau et ont été exposés avant la feuillaison à des éclairements différents. La figure 13 de la planche 14 représente une des pousses annuelles de ce Tilleul à la lumière électrique continue :

Le milieu de la pousse d'un an offre la structure suivante, à la lumière continue.

L'épiderme a une cuticule moins forte ; le tissu cortical est un peu moins différencié ; l'endoderme est moins distinct ; l'assise génératrice fonctionne moins activement et, sauf les vaisseaux du bois, les éléments du cylindre central ont une différenciation beaucoup moins marquée.

Le limbe de la feuille était plus vert, plus épais et à structure plus simple, à la lumière continue.

Pelargonium peltatum Ait.

Cette plante, connue généralement sous le nom de Géranium Lierre, est, parmi les végétaux herbacés, l'un de ceux qui se développaient le plus facilement aux divers éclairements électriques.

A la lumière continue, les feuilles étaient plus petites, plus épaisses et d'une structure moins différenciée qu'à la lumière normale.

Des coupes de la tige, dans des entre-nœuds comparables, font voir à la lumière continue les différences suivantes :

L'épiderme a des cellules plus grandes ; le tissu cortical, dont les éléments sont très différents de ceux de la moelle à la lumière discontinue, a au contraire des éléments presque semblables à ceux de la moelle ; l'endoderme est distinct et l'on ne voit pas trace d'oxalate de chaux dans les cellules voisines ; les vaisseaux du bois sont bien lignifiés et offrent un diamètre deux à trois fois plus grand qu'à la lumière discontinue ; enfin, la zone périmédullaire est à peine indiquée.

— L'*Hypericum perforatum* L. a été cultivé en pots en partant d'un même pied récolté à Fontainebleau. A la lumière continue les pousses étaient plus petites et plus vertes ; les poches sécrétrices étaient moins grandes.

Acer Pseudo-Platanus L.

De petits exemplaires de cet arbre, cultivés en pots à Fontainebleau et aussi semblables que possible, ont été exposés avant la feuillaison aux divers éclairements. La figure 11 de la planche 14 représente une pousse de l'année en voie de développement à la lumière continue.

Structure de la tige. — Des coupes comparables au milieu de la pousse annuelle font voir, à la lumière continue, un retard dans la formation de tous les tissus secondaires; c'est ainsi qu'au bout du même temps et à la même température, on n'aperçoit pas le liège qui est déjà dans la tige normale; l'assise génératrice a un fonctionnement bien moins considérable. L'écorce a des éléments plus gros, semblables à ceux de la moelle; il n'y a pas les fibres péricycliques de l'échantillon normal. Les vaisseaux du bois sont lignifiés, un peu plus larges, mais les cellules qui les séparent ne sont pas transformées en fibres et sont semblables à des cellules ordinaires. Enfin, la zone périmédullaire est à peine marquée.

Des tiges semblables cultivées pendant le même temps, à la même température et à l'obscurité, présentent une différenciation beaucoup moindre encore. Il n'y a pas de différence entre la forme des cellules épidermiques et celle des cellules sous-jacentes; il n'y a pas trace de formations secondaires. Les faisceaux sont largement séparés les uns des autres par du parenchyme conjonctif et il se trouve à peine, par faisceau, deux ou trois vaisseaux du bois très peu lignifiés et dont le diamètre est très étroit. De plus, la moelle est beaucoup plus large par rapport à l'écorce.

Ajoutons qu'à la lumière continue, la chlorophylle est très abondante dans les cellules corticales et qu'on en trouve même dans la moelle.

Structure de la feuille. — Des différences analogues s'observent dans le pétiole de la feuille; quant au limbe, le principal fait à noter est l'abondance de la chlorophylle dans toutes les cellules.

Æsculus Hippocastanum L.

Cet arbre a été cultivé comme le précédent.

A la lumière continue, les pousses étaient moins longues et se développaient plus lentement. La figure 10 de la planche 14 représente le début du développement de ces pousses feuillées. Dès que les premières feuilles étaient débarrassées des poils nombreux qui les recouvrent, on voyait qu'elles étaient d'un vert plus intense que les feuilles de même âge développées à la lumière discontinue.

Structure de la tige. — Une section transversale au milieu de la pousse d'un an présente, à la lumière continue, les caractères suivants :

L'épiderme a des éléments presque identiques à ceux des assises sous-jacentes; le liège et les lenticelles, développés dans l'échantillon normal, ne sont pas encore indiqués par le moindre cloisonnement; l'écorce est relativement moins épaisse, par rapport au diamètre du cylindre central, et toutes ses cellules sont remplies de chlorophylle jusqu'à l'endoderme, tandis que dans l'échantillon normal, l'écorce est divisée en deux zones différentes dont l'extérieure seule est chlorophyllienne; les sinuosités de l'endoderme sont un peu moins accentuées, les fibres péricycliques à parois moins épaisses, le liber moins différencié. Mais la différence la plus saillante réside dans le bois secondaire dont les fibres sont à peine marquées et dont les vaisseaux, qui sont lignifiés, ont en moyenne un diamètre trois fois plus grand que celui de l'échantillon normal, comme si les vaisseaux, n'étant pas gênés par les fibres, avaient pu prendre un développement plus grand en largeur. Enfin, la zone périmédullaire est moins différenciée et la moelle a un diamètre plus considérable.

Structure de la feuille. — Le limbe de la feuille, à la lumière continue, présente à la face supérieure une assise en palissade à cellules plus larges et ressemblant à une assise correspondante qui se trouve sur la face inférieure ; ces deux assises, ainsi que celle qu'elles comprennent entre elles, sont également remplies de grains de chlorophylle.

Le tissu qui entoure les nervures principales est beaucoup plus épais qu'à la lumière discontinue.

Tropœolum majus L.

Des germinations de Capucine ont été faites dans les mêmes conditions à divers éclairements.

A la lumière continue, la tige hypocotylée était plus épaisse, surtout dans sa partie supérieure, et au lieu d'être blanchâtre ou à peine d'un rouge verdâtre comme à la lumière normale, se montrait d'un vert très intense dans les deux tiers supérieurs et encore verte vers la base. Les deux cotylédons avaient leur pétiole d'un vert bien marqué; leur limbe pelté un peu plus petit, plus épais et d'un vert presque bleuâtre.

Les mêmes différences se sont répétées pour les autres organes après le développement de la gemmule.

Structure de l'axe hypocotylé. — Si l'on coupe l'axe hypocotylé en travers et à diverses hauteurs, alors que les deux cotylédons ont achevé leur développement, on ne sera pas étonné de ne pas trouver de très grandes différences, aux divers éclairements, dans la structure d'un organe dont l'évolution est si étroitement rattachée aux réserves de la graine. On peut noter toutefois les différences suivantes :

A la lumière continue l'écorce est plus épaisse, l'épiderme a ses cellules plus allongées perpendiculairement à la surface de la tige et les cellules corticales renferment beaucoup de chlorophylle, surtout celles qui sont au-dessous de l'épiderme.

Les cotylédons ont un épiderme à cellules allongées perpendiculairement au limbe sur les deux faces; le tissu palissadique y est bien marqué ; les cellules non palissadiques sont serrées et sans méats; tout le mésophylle est rempli de grains de chlorphylle.

Staphylea pinnata L.

Des exemplaires de cet arbre cultivés en pots à Fontainebleau, et aussi analogues que possible, ont été exposés à des éclairements différents. On y observe les différences suivantes :

Section d'un rameau au milieu de la pousse de l'année. — Si l'on compare deux pousses d'un an, de même âge et développées dans les deux cas sensiblement à la même température, on observe les différences suivantes entre l'échantillon développé depuis le printemps à la lumière électrique continue ou à la lumière ordinaire discontinue.

A la lumière continue, l'épiderme a des cellules allongées tangentiellement, tandis qu'à la lumière discontinue les cellules épidermiques ont leurs plus grandes dimensions dans leur sens radial.

Le tissu cortical, dans l'échantillon à la lumière discontinue, se divise nettement en deux zones à peu près égales en épaisseur dont l'externe est chlorophyllienne; dans l'échantillon développé à la lumière électrique continue, cette distinction n'est pas nette, les assises les plus externes sont seulement composées d'éléments plus petits que dans l'échantillon normal et les assises les plus internes ont au contraire des éléments beaucoup plus grands ; de plus, il y a de la chlorophylle dans toute l'épaisseur de l'écorce.

D'une manière générale les faisceaux restent longtemps plus distincts entre eux dans la tige éclairée à la lumière continue et la zone périmédullaire y est moins développée. Les vaisseaux du bois y sont bien lignifiés, mais moins nombreux. Enfin les cellules de la moelle sont plus grandes et ressemblent beaucoup à celles de l'écorce.

Lathyrus sativus L.

Des graines de cette espèce ont été mises à germer à divers éclairements et à l'obscurité, toutes les autres conditions restant les mêmes.

La figure 19 *d* de la planche 15 montre le développement normal, la figure 19 *c* le développement à la lumière continue au même âge et la figure 19 *n* le développement comparable à l'obscurité.

On voit que c'est à la lumière continue que la plante est la moins grande ; la tige y est plus épaisse, moins rameuse, les pousses sont plus serrées et toutes les parties de la plante qui sont au-dessus du sol sont d'un vert beaucoup plus intense.

Structure de la tige principale au milieu du premier entre-nœud. — L'épaisseur plus grande de la tige, à la lumière continue, est due surtout au grand développement de l'écorce dont les cellules sont à la fois plus nombreuses et plus grandes ; elles ont toutes des graines de chlorophylle. Les cellules extérieures de l'écorce ont leurs cellules bourrées de grains assez gros, tandis que dans les assises internes et jusqu'à l'endoderme les grains de chlorophylle sont beaucoup plus petits et groupés autour des cellules.

A la lumière continue, l'épiderme a des parois un peu moins épaisses, les faisceaux libéro-ligneux externes ont des fibres à membranes plus minces ; enfin la partie centrale est un peu moins différenciée.

Structure de la feuille. — Si on compare la structure des feuilles similaires, on trouve que celles développées à la lumière continue ont une structure plus simple et sont beaucoup plus riches en grains de chlorophylle ; les feuilles sont aussi plus épaisses.

Pisum sativum L.

Cultivée dans les mêmes conditions, cette espèce a présenté les différences suivantes : les figures 9 c et 9 d de la planche 13 représentent les germinations comparées ; on voit qu'à la lumière continue 9 d la plante est plus petite, la tige plus large, les feuilles plus réduites et plus épaisses.

Structure de la tige. — Des sections comparables de la tige montrent, à la lumière continue, un contour moins anguleux, un tissu cortical beaucoup plus épais, par rapport au cylindre central, à cellules plus grandes et plus semblables entre elles. Le cylindre central offre, à peu près, les mêmes dimensions que dans l'échantillon normal ; le bois y est aussi bien lignifié et le calibre des vaisseaux n'est pas très différent. Le tissu qui relie les vaisseaux du bois des faisceaux n'est pas lignifié comme dans l'échantillon normal.

Les tiges cultivées dans les mêmes conditions que les précédentes, mais à l'obscurité, sont tout à fait arrondies, ont une écorce beaucoup plus grande encore qu'à la lumière continue et une différenciation moindre dans toutes leurs parties.

J'ajouterai qu'à la lumière continue le tissu cortical était rempli de chlorophylle.

Structure de la feuille. — En coupant des folioles de même âge, on voit que leur structure à la lumière continue est très simplifiée, moins cependant qu'à l'obscurité. Toutes les cellules du mésophylle sont également gorgées de chlorophylle.

Vicia sativa L.

Cette plante a été mise à germer dans les mêmes conditions que l'espèce précédente. La figure 17 *d* de la planche 15 représente la germination avancée du *Vicia sativa* à la lumière discontinue.

On voit à côté (fig. 17 *c*) le développement comparable de la même plante à la lumière continue. On remarque facilement que cette dernière est moins grande, a sa tige plus épaisse et tortueuse, ses folioles plus étroites, plus épaisses et plus vertes.

La structure de la tige et des feuilles présente des différences analogues à celles qui ont été signalées pour le *Lathyrus sativus*.

— Le *Lupinus albus* L. et le *Phaseolus vulgaris* L. ont montré des différences de même ordre.

(*A suivre*).

RECHERCHES

SUR LA

GERMINATION DES GRAINES

OLÉAGINEUSES

par M. **LECLERC DU SABLON** *(Fin)*.

Linum usitatissimum ; *Lin.*

Le tableau 25 indique la façon dont varie la proportion de corps gras dans la graine de Lin germant.

Tableau 25

Durée de la germination — jours	Longueur de la radicule — cm.	Poids de la matière sèche — gr.	Huile — gr.	Huile 0/0 de matière sèche —
0	0	6.004	2.276	37.9
2	0.6	5.981	2.177	36.4
3	1.2	4.981	1.502	30.1
4	1.4	4.560	1.267	27.7
5	2.2	5.023	1.111	22.1
6	3.2	4.851	0.852	17.5
7	3.5	3.030	0.429	14.1
9	4.0	3.075	0.340	11.0
11	4.2	3.728	0.348	9.3

La diminution dans la proportion d'huile se fait à peu près comme dans les autres graines étudiées. A la fin de la période germinative, lorsque les cotylédons sont complètement épanouis, la quantité d'huile qui reste encore dans la plantule est variable entre 8 °/₀ et 15 °/₀.

Le tableau 26 indique la manière dont varie la proportion d'acide gras dans la graine de Lin.

Tableau 26

Longueur de la radicule	Poids de baryte	Baryte 0/0 de matière sèche	Baryte 0/0 d'huile
cent.	gr.		
0	0.0073	0.1	0.3
0.6	0.0065	0.1	0.3
1.2	0.0140	0.2	0.9
1.4	0 0139	0.3	1.1
2.2	0.0439	0.8	3.9
3.2	0.0353	0.7	4.1
3.5	0.0375	1.2	8.7
4.0	0.0390	1.2	11.4
4.2	0.0619	1.6	17.7

Ces dosages ont été faits avec le même poids de matière que ceux du tableau précédent ; on voit que la proportion d'acide gras relativement plus faible que pour les autres graines déjà étudiées croît constamment pendant la période germinative.

Sucres. — Le tableau 27 indique la quantité de glucose qui se trouve dans les graines de Lin aux différentes époques de la germination.

Tableau 27

Longueur de la radicule	Poids de la matière sèche	Glucose	Glucose 0/0 de matière sèche
cm.	gr.	gr.	
0	5.361	0	0
0.8	4.682	0.030	0.6
1.8	2.722	0.042	1.5
2.5	2.394	0.080	3.3
3.0	5.086	0.207	4.0
3.5	2.973	0.095	3.3
4.0	2.153	0.095	4.4

Au point de vue du glucose, les graines de Lin se conduisent comme les autres graines étudiées; d'une façon générale, la proportion de glucose augmente en même temps que la plantule se développe.

Le tableau 28 indique la quantité de saccharose et la proportion totale de sucre trouvées dans les mêmes graines.

Tableau 28

Longueur de la radicule — cmt	Saccharose — gr.	Saccharose 0/0 de matière sèche —	Sucres 0/0 de matière sèche —
0	0.090	1.6	1.6
0.8	0.110	2.3	2.9
1.8	0.075	2.7	4.3
2.5	0.048	2.0	5.0
3.0	0.112	2.2	6.5
3.5	0.107	3.6	6.7
4.0	0.085	3.9	8.4

La proportion de sucre non réducteur augmente d'abord, puis diminue vers la fin de la période germinative. Il en est de même de l'ensemble des sucres solubles dans l'alcool à 85°.

Les dextrines sont peu abondantes dans les graines de Lin ; on en trouve de 1 à 2 °/₀ environ. Si l'on laisse macérer les graines dans l'eau pendant 24 heures, tous les hydrates de carbone solubles sont transformés en glucose ; les diastases sont donc très abondantes dans ces graines comme dans les graines de Colza.

PAPAVER SOMNIFERUM ; *Pavot.*

Les graines de Pavot germent facilement, mais il est assez difficile de les préserver des moisissures ou des bactéries. On verra tout à l'heure le genre d'erreurs que peut amener le mauvais état des graines analysées.

Corps gras. — Les tableaux 29 et 30 indiquent la manière dont diminue la proportion de corps gras dans les graines pendant la germination.

Tableau 29

Durée de la germination — jours	Longueur de la radicule — cent.	Poids de la matière sèche — gr.	Huile —	Huile 0/0 de matière sèche —
0	0	6.820	3.000	43.9
1	0.1	3.731	1.561	41.8
2	0.2	3.246	1.320	40.6
3	0.5	3.525	1.272	36.0
4	1.0	2.661	0.725	27.2
5	1.5	2.456	0.603	24.5
6	1.8	1.723	0.321	18.6
7	1.9	2.457	0.409	16.6

Tableau 30

Longueur de la radicule — cm.	Poids de la baryte — gr.	Baryte 0/0 de matière sèche —	Baryte 0/0 d'huile —
0	0.0147	0.2	0.4
0.1	0.0252	0.6	1.6
0.2	0.0610	1.8	4.6
0.5	0.2192	6.2	17.2
1.5	0.1243	5.0	20.6
1.8	0.0674	3.9	20.9
1.9	0.0779	3.1	19.0

Les proportions d'huile et d'acide gras varient donc dans les graines de Pavot à peu près de la même façon que dans les graines précédemment étudiées. Les conditions forcément défectueuses où se trouvent les graines pendant la germination paraissent défavorables à la digestion de l'huile. Dans les germinations les plus avancées que j'ai pu obtenir dans l'étuve, la proportion d'huile a toujours été supérieure à 15 %.

Sucres. — C'est surtout dans la production des hydrates de carbone que j'ai obtenu les plus grandes irrégularités. Au commencement de la germination, il se produit toujours une certaine quantité de sucre réducteur et non réducteur; cette quantité de sucre passe par un maximum, puis diminue. La valeur absolue de ce maximum est très variable.

Pendant les premiers jours de la germination, la production de sucre est relativement régulière; mais, après le quatrième ou cinquième jour, les différences s'accentuent; souvent, la quantité de glucose qu'on trouve alors dans les plantules est presque nulle. Il est probable que ce fait est dû aux mauvaises conditions où se trouve la plante ; tout le sucre produit a été consommé par la respiration ou la formation de nouveaux tissus, et l'huile n'est pas décomposée assez vite pour remplacer le sucre disparu. Cette opinion est d'ailleurs corroborée par ce fait que l'huile se trouve en proportion relativement considérable lorsqu'il y a très peu de sucre. Le tableau 31 représente un cas moyen de la production du sucre.

Tableau 31

Longueur de la radicule — cent.	Poids de la matière sèche — gr.	Glucose — gr.	Saccharose — gr.	Glucose 0/0 de matière sèche —	Saccharose 0/0 de matière sèche —
0	6.820	traces	0.130	0	1.9
0.2	2.454	0.020	0.010	0.8	0.4
0.4	2.947	0.075	0.015	2.5	0.5
0.9	1.684	0,030	0.003	1.7	0.1

ARACHIS HYPOGŒA ; *Arachide*

Les graines d'Arachides sont parmi celles qui germent le plus facilement et le plus régulièrement ; il suffit de les mettre dans le sable pur, humide, pour les voir se développer dès le lendemain ; la tigelle s'allonge aussi très vite et, pendant la période que j'ai étudiée, a environ la même longueur que la radicule.

Corps gras. — Les tableaux 32 et 33 montrent de quelle façon varie la proportion de corps gras pendant la germination.

Tableau 32

Durée de la germination — jours	Longueur de la radicule — cent.	Poids de la matière sèche — gr.	Huile —	Huile 0/0 de matière sèche —
0	0	8.046	3.989	49.5
2	6.3	2.585	1.275	49.3
4	2.0	3.746	1.522	40.6
6	2.5	3.038	0.912	30.0
8	3.5	3.162	0.620	19.6
10	4.0	3.696	0.445	12.0
12	5.0	2.938	0.286	9.7

Tableau 33

Longueur de la radicule — cm.	Poids de la baryte — gr.	Baryte 0/0 de matière sèche —	Baryte 0/0 d'huile —
0	0.0056	0.07	0.14
0.3	0.0021	0.07	0.16
2.0	0.0027	0.07	0.17
2.5	0.0033	0.10	0.36
3.5	0.0038	0.12	0.61
4.0	0.0105	0.28	2.35
5.0	0.0178	0.60	6.22

La diminution de la proportion d'huile se fait d'une façon très régulière pendant toute la période germinative étudiée. Il est à remarquer que les acides gras se trouvent en quantité bien moindre que dans les autres graines. M. Schmidt, qui a dosé les corps gras dans les graines d'Arachides arrivées à trois périodes différentes de la germination, trouve, il est vrai, des quantités d'acides un peu plus fortes que celles qui sont indiquées par le tableau 33.

Sucres. — Le tableau 34 indique les quantités de sucres qui se trouvent dans les graines d'Arachides aux différentes périodes de la germination. Les poids de matières analysées ne sont pas indiqués parce que ce sont les mêmes que dans le tableau 32.

Tableau 34

Longueur de la radicule — cent.	Glucose — gr.	Saccharose — gr.	Glucose 0/0 de matière sèche —	Saccharose 0/0 de matière sèche —
0	0	0.250	0	3.1
0.3	traces	0.102	0	3.9
2.0	0.030	0.220	0.8	5.8
2.5	0.062	0.337	2.0	11.0
3.5	0.137	0.337	4.3	10.6
4.0	0.220	0.305	5.9	8.2
5.0	0.302	0.172	10.2	5.8

La proportion de sucre est donc ici assez considérable. On peut ici, comme dans le cas du Ricin, déduire, avec quelque certitude des deux tableaux précédents, l'origine des sucres, autres que ceux qui se trouvaient en réserve dans la graine non germée. L'un des produits de la digestion de l'huile est un sucre non réducteur, ou peu réducteur qui se transforme ensuite en sucre réducteur, lequel est assimilé directement par les plantes.

Il faut aussi tenir compte de l'amidon qui se trouve dans la graine. Il est cependant impossible d'attribuer à l'amidon et aux autres matières hydrocarbonées de la graine la formation de la totalité ou même de la plus grande partie du sucre indiquée par le tableau 32. D'après M. J. König, la graine renferme en effet 16 % seulement de matières extractives non azotées ; j'ai d'ailleurs vérifié que pendant la germination la proportion de matières extractives autres que le sucre diminue peu dans la graine. Les autres substances de réserve qui pourraient aussi donner du sucre ne sont pas non plus en quantité suffisante.

Les dextrines ne se trouvent dans les graines germées que dans des proportions très faibles ; l'extrait aqueux traité par l'acide chlorhydrique étendu donne à peine plus de glucose que l'extrait alcoolique dans les mêmes conditions. Les diastases sont moins abondantes ou moins énergiques que dans la plupart des autres graines. Si l'on laisse séjourner la matière au contact de l'eau pendant 24 heures, une faible partie seulement des sucres non réducteurs est transformée en glucose.

SOJA HISPIDA ; *Soja*.

Les graines de Soja germent aussi facilement et peut-être plus vite que celles d'Arachide ; dans le sable pur on obtient des germinations très régulières.

Corps gras. — Le tableau 35 indique les quantités d'huile contenues dans les graines germées.

Tableau 35

Durée de la germination	Longueur de la radicule	Poids de la matière sèche	Huile	Huile 0/0 de matière sèche
jours	cm.	gr.		
0	0	3.300	0.602	18.2
1	1.0	2.990	0.545	18.2
2	1.8	2.609	0.454	17.4
3	3.0	4.049	0.686	16.9
4	3.5	3.724	0.546	14.6
5	4.5	3.728	0.493	13.2
7	6.0	2.547	0.279	10.9
9	6.5	2.523	0.225	8.9
12	7.5	2.178	0.119	5.4

La proportion d'huile, qui est d'ailleurs relativement faible dans les graines non germées, décroît donc régulièrement pendant toute la durée de la période germinative.

Sucres. — Le tableau 36 indique la marche de la formation du glucose.

Tableau 36

Longueur de la radicule	Poids de la matière sèche	Glucose	Glucose 0/0 de matière sèche
cent.	gr.	gr.	
0	2.754	0	0
1.0	2.618	0.015	0.5
1.8	2.707	0.025	0.9
3.0	3.821	0.040	1.0
3.5	3.115	0.033	1.0
4.5	3.863	0.045	1.1
6.0	2.825	0.042	1.4
6.5	2.489	0.040	1.6
7.8	2.527	0.047	1.8

La proportion de glucose est donc relativement faible et augmente pendant toute la période germinative étudiée.

Le tableau 37 indique les quantités de saccharose renfermées dans les graines arrivées au même état de développement que dans le tableau 37, ainsi que les proportions de l'ensemble des sucres qui se trouvent dans les mêmes graines.

Tableau 37

Longueur de la radicule — cent.	Saccharose — gr.	Saccharose 0/0 de matière sèche —	Sucres 0/0 de matière sèche —
0	0.180	6.5	6.5
1.0	0.155	5.9	6.4
1.8	0.147	5.4	6.3
3.0	0.135	3.5	4.5
3.5	0.122	3.9	4.9
4.5	0.130	3.3	4.4
6.0	0.090	3.1	4.5
6.5	0.080	3.2	4.8
7.5	0.100	3.9	5.7

Les graines non germées renferment une quantité relativement considérable de saccharose ; le saccharose est ensuite digéré peu à peu pendant que la décomposition de l'huile donne lieu à d'autres sucres non réducteurs qui se mêlent au premier de façon que la proportion de sucre non réducteur qui se trouve dans la graine reste à peu près constante. Les variations que l'on remarque sur le tableau 37 dans les proportions de saccharose peuvent facilement s'expliquer par les différences individuelles des graines étudiées, étant donnée surtout la double origine du sucre non réducteur.

Les dextrines sont aussi plus abondantes dans les graines non germées que dans les graines en germination. Il est probable que la dextrine qui est à l'état de réserve dans la graine est transformée en glucose et assimilée par la plantule pendant que la digestion de l'huile donne lieu à d'autre dextrine en proportion variable.

Formation des graines. — J'ai dosé l'huile et les sucres dans les graines à divers états de développement depuis le moment où elles commencent à se former jusqu'à la maturité complète. Le tableau 38 donnera une idée de l'état des graines au moment où elles ont été cueillies pour être analysées.

Tableau 38

Date de la cueillette	Nombre des graines	Poids des graines fraîches gr.	Poids des graines sèches gr.	Eau 0/0 de matière sèche	Poids moyen d'une graine sèche gr.
30 juillet	106	11.269	2.505	349	0.023
4 août	106	25.017	8.258	204	0.077
11 »	106	34.414	12.423	177	0.117
20 »	80	30.179	12.600	139	0.157
29 »	80	13.420	12.311	9	0.153

Les graines ont été desséchées seulement à 45° et pendant trois jours, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas été desséchées complètement; mais on sait que c'est là le degré de dessiccation le plus favorable pour le dosage des corps gras. Il est à remarquer avec quelle rapidité les graines perdent leur eau vers la fin de la période de maturation, entre le 20 et le 29 août dans le cas observé.

Le tableau 39 indique la quantité d'huile qui se trouve dans les graines en voie de formation.

Tableau 39

Date de la cueillette	Poids de la matière sèche gr.	Huile gr.	Huile 0/0 de matière sèche
30 juillet	1.261	0.162	12.8
4 août	4.063	0.677	16.6
11 »	6.519	1.105	16.9
20 »	5.597	1.017	17.0
29 »	6.337	1.188	18.7

Bien avant d'avoir atteint leurs dimensions définitives, les graines de Soja renferment donc à peu près la même proportion d'huile qu'au moment de leur maturité. Il se forme cependant de nouvelles quantités d'huile jusqu'au moment où la graine entre à l'état de vie ralentie, car, si la proportion d'huile varie peu, la quantité absolue d'huile qui se trouve dans chaque graine augmente jusqu'à la maturité complète.

Les quantités de glucose qui se trouvent dans les graines de Soja en voie de formation sont très faibles. L'extrait alcoolique des trois premières récoltes n'a donné avec la liqueur de Fehling qu'une coloration jaunâtre indiquant une quantité de glucose inférieure à 0 gr. 01. Dans les deux dernières récoltes, la quantité de glucose augmente un peu, tout en restant très faible. Dans la récolte du 20 août, la proportion de glucose est de 0,2 % et dans celle du 29 avril, de 0,4 %.

Au point de vue du glucose, les graines de Soja se conduisent donc d'une façon très différente des graines de Ricin; on a vu, en effet, que dans ces dernières, la proportion de glucose était très forte au commencement de la formation et diminuait ensuite de façon à devenir à peu près nulle au moment de la maturité.

Le tableau 40 indique les proportions de saccharose et de dextrines qui se trouvent dans les graines.

Tableau 40

Date de la cueillette	Saccharose	Saccharose 0/0 de matière sèche	Dextrine 0/0 de matière sèche
	gr.		
30 Juillet	0.060	4.7	0 7
4 Août	0.185	4.5	2.9
11 »	0.255	3.9	1.6
20 »	0.242	4.0	1.8
29 »	0.260	4.1	3 2
graine mûre	» »	6.5	2.9

Les sucres non réducteurs jouent donc un rôle plus important que les sucres réducteurs, aussi bien pendant la formation que pendant la germination des graines de Soja. A ce point de vue l'Arachide et le Soja qui, cependant, appartiennent à la même famille, se conduisent de façons très différentes; les sucres réducteurs sont beaucoup plus abondants dans la première de ces graines que dans la seconde; les dextrines, au contraire, sont beaucoup plus abondantes dans les graines de Soja que dans celles d'Arachide.

CONCLUSIONS

Il résulte de l'exposé qui précède que la digestion des huiles renfermées dans les graines se fait, pendant la germination, avec une certaine uniformité. La proportion d'huile décroît régulièrement pendant toute la période germinative; ce fait général est trop connu pour qu'il soit utile d'insister. Mais on doit se demander comment disparaît cette huile et ce qu'elle devient.

L'expérience décrite à la page 154 montre qu'il existe dans les graines une diastase, qui d'ailleurs n'a pas été isolée, pouvant donner naissance à des acides gras aux dépens de l'huile sans mettre de glycérine en liberté. Pendant la germination, ces acides gras libres, au lieu de s'accumuler dans la graine, comme dans l'expérience citée, sont transformés à leur tour et donnent naissance à des hydrates de carbone. Cependant les acides gras ne sont pas utilisés immédiatement après leur production et se trouvent dans la graine en quantité notable.

La proportion d'acides gras libres varie d'ailleurs beaucoup, suivant les graines que l'on considère; le Colza et le Lin, par exemple, en renferment beaucoup plus que l'Arachide. Dans certains cas, la proportion d'acides gras, par rapport à la substance sèche analysée, croît constamment pendant la période germinative que j'ai étudiée (Ricin, Lin, Arachide). Dans d'autres cas, au contraire, la proportion d'acides gras passe par un maximum (Chanvre, Colza, Pavot); mais la proportion d'acides gras, par rapport à l'huile neutre, croît constamment pendant la période germinative.

Les corps gras de la graine, oxydés par l'oxygène de la respiration, donnent naissance à des hydrates de carbone ; il semble que cette transformation soit un phénomène protoplasmique lié à la respiration et non une simple réaction provoquée par la présence d'une diastase. Quoiqu'il en soit, le premier produit de l'oxydation des corps gras que j'ai pu mettre en évidence est un sucre non réducteur ou peu réducteur, dont les propriétés varient sans doute d'une graine à l'autre et qu'on peut ranger dans la catégorie des saccharoses.

Le saccharose ainsi produit est ensuite transformé par une diastase en glucose qui est assimilé directement par la plante.. Dans le Ricin cette transformation est particulièrement facile à suivre. Dans l'albumen on trouve d'abord une quantité relativement considérable de saccharose et peu de glucose, puis la proportion de saccharose diminue et celle de glucose augmente ; pendant ce temps, la plantule qui se nourrit aux dépens de l'albumen ne renferme que du glucose. C'est donc seulement le glucose qui sert à la nourriture de la plantule ; le saccharose n'est qu'un produit intermédiaire entre les corps gras et le glucose.

Pendant la germination des graines oléagineuses on sait qu'il se forme aussi de l'amidon transitoire ; mais ce composé est en proportion relativement faible et ne semble pas être un intermédiaire nécessaire entre l'huile et le glucose directement assimilable : cet amidon est une réserve provisoire, formée par les produits digérés et qui vont bientôt être assimilés.

Les graines oléagineuses, comme d'ailleurs les autres graines, renferment avant d'entrer en germination des quantités quelquefois notables de saccharose. Ce sucre qui joue ici le rôle de matière de réserve est interverti pendant la germination et assimilé à l'état de glucose.

Avec les graines de Ricin, qui se prêtent facilement à ce genre d'expériences, j'ai pu faire des germinations fractionnées et laisser l'albumen se transformer sans être au contact de la plantule. Dans ces conditions particulières, l'albumen est le siège des mêmes réactions que dans les germinations normales; seulement ces réactions se succèdent plus rapidement.

J'ai étudié la formation de graines de Ricin et de Soja comme j'avais étudié leur germination. Dans le Ricin, où les choses se passent d'une façon plus nette, on constate dans les graines en formation les transformations inverses de celles qui se produisent pendant la germination. Les graines renferment d'abord peu d'huile et beaucoup de sucres, puis les sucres disparaissent peu à peu et la proportion d'huile augmente jusqu'à la maturité complète.

Ces résultats montrent jusqu'à quel point l'huile et l'amidon jouent dans les graines un rôle comparable et expliquent comment ces deux substances peuvent dans une certaine mesure se remplacer dans différentes graines. L'huile et l'amidon sont en effet les deux formes principales sous lesquelles les matières ternaires se mettent en réserve dans les graines, et ces deux composés, tout en étant digérés pendant la germination de façons différentes, donnent les mêmes produits assimilables par la plante.

REVUE DES TRAVAUX

SUR LES

BACTÉRIES ET LES FERMENTATIONS

PUBLIÉS PENDANT L'ANNÉE 1892 (*Fin*).

III. — Nous indiquerons maintenant des travaux où sont étudiés des microbes comme agents producteurs de divers phénomènes.

M. Winogradsky (1) a poursuivi l'étude des organismes de la nitrification. Nous avons dit dans notre précédente revue que l'oxydation de l'ammoniaque dans la terre était produite en deux temps, par des organismes différents : elle est d'abord transformée en acide nitreux, et cet acide, repris par de nouvelles bactéries, est transformé en acide nitrique. Il y a donc à distinguer, au point de vue de leurs actions chimiques, des ferments nitreux et des ferments nitriques. L'auteur n'a pas été amené jusqu'à présent à distinguer plusieurs ferments nitriques spécifiquement différents. Il donne le nom de *Nitrobacter* à l'organisme qu'il a découvert comme agent de l'oxydation de l'acide nitreux. Au contraire, en étudiant les ferments nitreux de ses diverses terres, il y a relevé des différences morphologiques notables héréditaires, qui permettent d'y distinguer, au moins provisoirement, deux genres : *Nitrosomonas* et *Nitrosococcus*. Les espèces du genre *Nitrosomonas* présentent pendant leur végétation deux phases distinctes : en milieu liquides elles forment d'abord des zooglées, dont chacune est constituée par une colonie résultant de la multiplication d'une semence; puis les zooglées se désagrègent, le liquide se trouble et est peuplé de cellules séparées, munies chacune d'un cil, mobiles : c'est la forme monade.

Les cultures sur silice gélatineuse présentent des changements d'aspect analogues. Dans ce genre *Nitrosomonas* l'auteur distingue au moins deux espèces : *N. Europæ*, *N. javanensis*, qui diffèrent surtout par les dimensions des cellules et des cils. Les ferments nitreux du nouveau monde forment le genre *Nitrosococcus* ; une espèce de ce genre, provenant d'une terre de Campinas (Brésil), présente la forme d'un *Coccus* dont le diamètre atteint 2 μ ; c'est le plus grand des organismes nitrificateurs observés jusqu'ici. Celui de la terre de Quito a déjà été figuré dans cette Revue.

---

(1) Winogradsky : *Contribution à la morphologie des organismes de la nitrification*. (Arch. des sc. biolog. St-Pétersbourg, 1892. Analysé dans Ann. Inst. Pasteur, 1892, p. 459).

Parmi les altérations spontanées auxquelles est exposé le lait, il en est une, la viscocité, qui peut être produite par beaucoup d'organismes différents. M. Guillebeau (1) énumère 16 espèces déjà connues comme capables de rendre le lait filant, et à cette longue liste, il ajoute deux nouvelles espèces, le *Micrococcus Freudenreichi* n. sp., qu'il a rencontré dans du lait filant pris chez un marchand où régnait cette maladie, et le *Bacterium Hessii* n. sp., rencontré par hasard sur une vache.

Le *M. Freudenreichi* est également aérobie et anaérobie. Cultivé dans le bouillon, il rend ce liquide très légèrement filant. Cultivé dans le lait stérilisé, il fait acquérir à ce liquide une viscosité telle qu'on peut l'étirer en fils de 50 centimètres à 1 mètre, et les cultures un peu anciennes donnent des fils de plusieurs mètres. Le lait où végète cet organisme tourne bientôt à l'aigre, et au bout de quelques jours la caséine en est coagulée. La température la plus favorable à son développement est 20°.

L'auteur a cherché s'il pouvait vivre en parasite dans le pis des animaux. Une chèvre reçut dans un des trayons 5 gr. d'une culture en bouillon âgée de 3 jours. Son lait contint pendant quelques jours des corpuscules du pus. Il n'était pas filant au moment de la traite et ne le devenait pas dans la suite, à l'exception du lait du troisième jour, qui acquit une légère viscosité après un repos de 12 jours. 9 jours après l'injection, une numération faite au moyen de plaques de gélatine révéla la présence d'un germe de *Micrococcus* par centimètre cube de lait.

Le microbe a donc continué à vivre quelque temps dans le pis de la chèvre, mais en se développant très peu. Il ne peut donc pas être considéré comme un parasite des animaux, et c'est évidemment après la traite qu'il se multiplie dans le lait des laiteries contaminées.

Le *B. Hessii* est allongé, mobile, surtout aérobie, mais capable de croître péniblement dans un milieu privé d'oxygène. Il rend visqueux le bouillon non additionné de sucre. Lorsqu'il se développe dans la crème de lait stérilisé, il transforme cette crème en grumeaux de beurre. Si le lait ensemencé est maintenu à 35°, le beurre fond à mesure qu'il se produit et forme une couche d'huile qui, par refroidissement, se prend en une masse solide et homogène. Cet organisme produit une viscosité beaucoup moins prononcée que le *Micrococcus Freudenreichi.* La substance visqueuse qu'il engendre se dissout facilement dans l'eau dès que la température atteint 35°. Elle se dissout aussi, même à basse température, dès que l'eau contient un peu de l'acide que le microbe lui-même produit aux dépens du sucre. Aussi dans les laiteries cette viscocité ne peut-elle être qu'un phénomène transitoire, tandis que dans le bouillon et la gélatine non sucrés elle se maintient indéfiniment. Le *B. Hessii* n'est pas apte à vivre en parasite dans le pis de la chèvre. Sa propriété la plus intéressante est celle de convertir la crème en beurre.

---

(1) Guillebeau : *Description de deux nouveaux microbes du lait filant* (Ann. Miquel, IV, 225).

En Chine et en Indo-Chine on fabrique diverses sortes de vin et d'eau-de-vie de riz à l'aide d'un ferment spécial dont la nature était inconnue. M. Calmette (1) en a fait l'analyse microbiologique. C'est à tort qu'il a été parfois confondu avec le *Kôji* japonais. Il saccharifie l'amidon cuit avec une bien plus grande énergie que le *Kôji*. Les Européens le désignent sous le nom de *levure chinoise*. Il se trouve dans le commerce sous la forme de gâteaux aplatis, grisâtres, à peu près du diamètre d'une pièce de cinq francs.

On le prépare en mélangeant intimement des plantes aromatiques broyées avec de la farine de riz, malaxant cette poudre avec de l'eau jusqu'à consistance de pâte molle, et divisant cette pâte en petits pains qu'on abandonne pendant quarante-huit heures dans une pièce obscure, sur des nattes couvertes d'une mince couche de balle de riz humide. Au bout de ce temps la pâte, sous l'influence de la température élevée qui règne à Saïgon (30° en moyenne), a été le siège d'une abondante multiplication de germes. Elle a pris une odeur de moisi et s'est couverte d'une sorte de fin velours blanc. On l'expose au soleil jusqu'à dessiccation complète, et on la vend sous cette forme aux distillateurs.

Voici comment on l'emploie : le riz, cuit à l'eau et refroidi en couche mince, est saupoudré de levure chinoise pulvérisée, puis réparti en pots de terre emplis à moitié et fermés avec un couvercle. Au bout de trois jours l'amidon est entièrement saccharifié ; on achève de remplir les pots avec de l'eau et on les laisse découverts. Une fermentation alcoolique s'établit rapidement. Elle dure deux jours, au bout desquels on distille toute la masse.

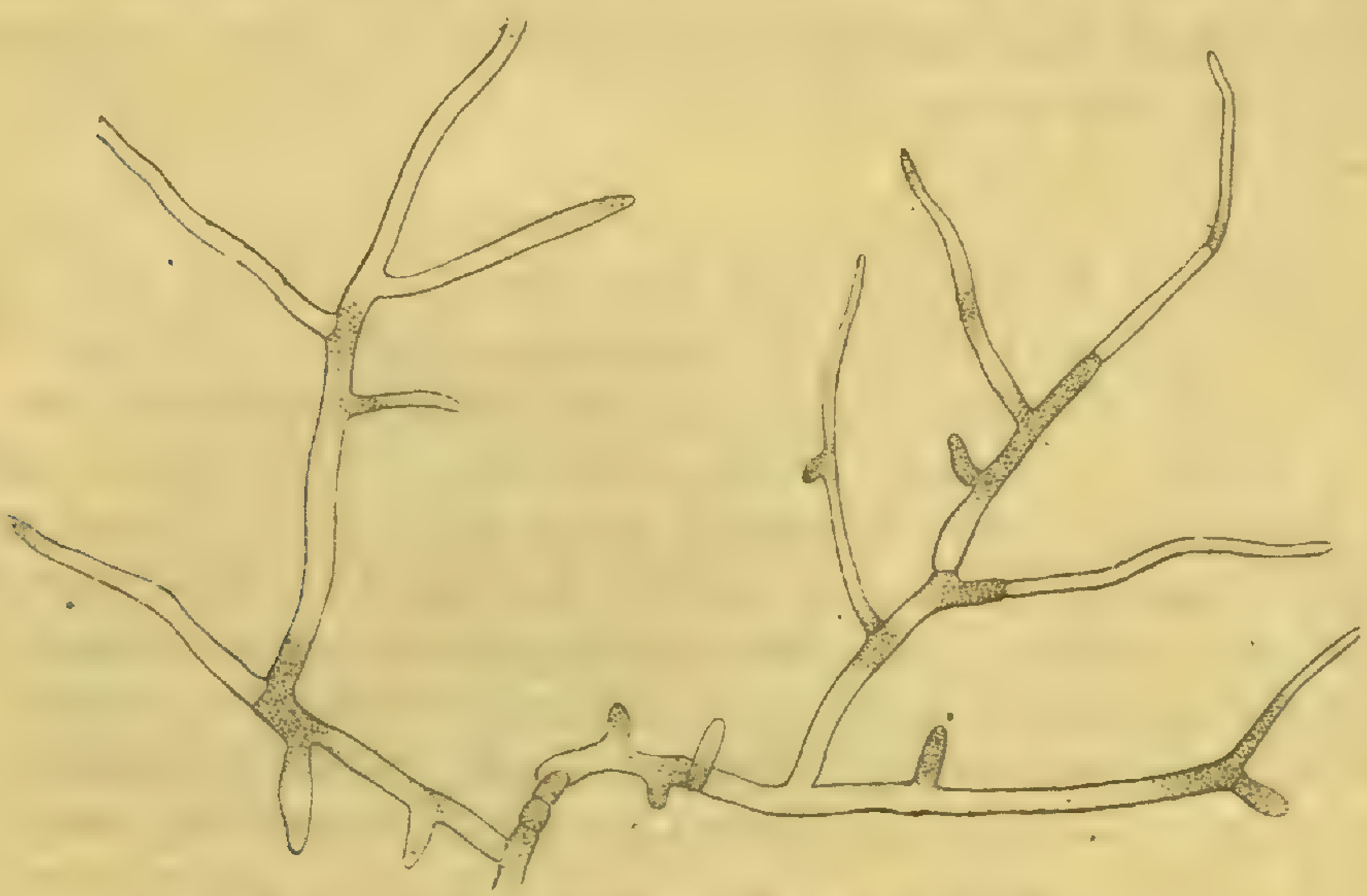


Fig. 36. — Moisissure de la levure chinoise.

---

(1) Dr Calmette : *Contribution à l'étude des ferments de l'amidon. La levure chinoise.* (Ann. Inst. Pasteur, 1894, 694).

100 kilogr. de farine de riz, traités par 1 kilogr. 5 environ de levure chinoise, donnent environ 60 litres d'eau-de-vie à 36° cent., soit 18 litres d'alcool pur.

Quels sont les germes utiles de la levure chinoise ?

L'auteur triture un petit fragment de levure chinoise avec de l'eau stérilisée, et ensemence avec ce liquide du moût de bière gélatiné, coulé dans des boîtes de Petri. Il se développe un grand nombre de colonies de bactéries, de levures et de moisissures. La plus intéressante des moisissures qui ont été isolées est représentée dans les figures 36 et 37. Ses milieux de prédilection sont le moût de bière liquide ou solidifié par la gélatine ou la gélose, et surtout les substances amylacées cuites à la vapeur. Si on l'examine en goutte pendante, on voit qu'au contact de l'air, sur les bords de la gouttelette, le tube mycélien s'allonge peu, se divise par des cloisons transversales au niveau desquelles le protoplasma s'amasse pour former des conidies (fig. 36). Celles-ci, d'abord de forme cubique, s'arrondissent ensuite (fig. 37), mais ne s'isolent pas du rameau à l'intérieur duquel elles ont pris naissance. On n'observe jamais ni zygospores, comme il s'en forme chez les Mucorinées, ni capitules chargés d'ascospores, comme en présentent l'*Aspergillus* ou l'*Eurotium Orizæ* du *Kôji* japonais. On n'observe, dans aucun milieu, aucun autre organe de reproduction que ces conidies contenues à l'intérieur des tubes mycéliens. Si on noie la moisissure dans un liquide nutritif fermentescible, elle ne produit pas de cellules ovoïdes ou sphériques en forme de levure, comme le font divers mucors. L'auteur laisse indéterminée sa place dans la classification mycologique.

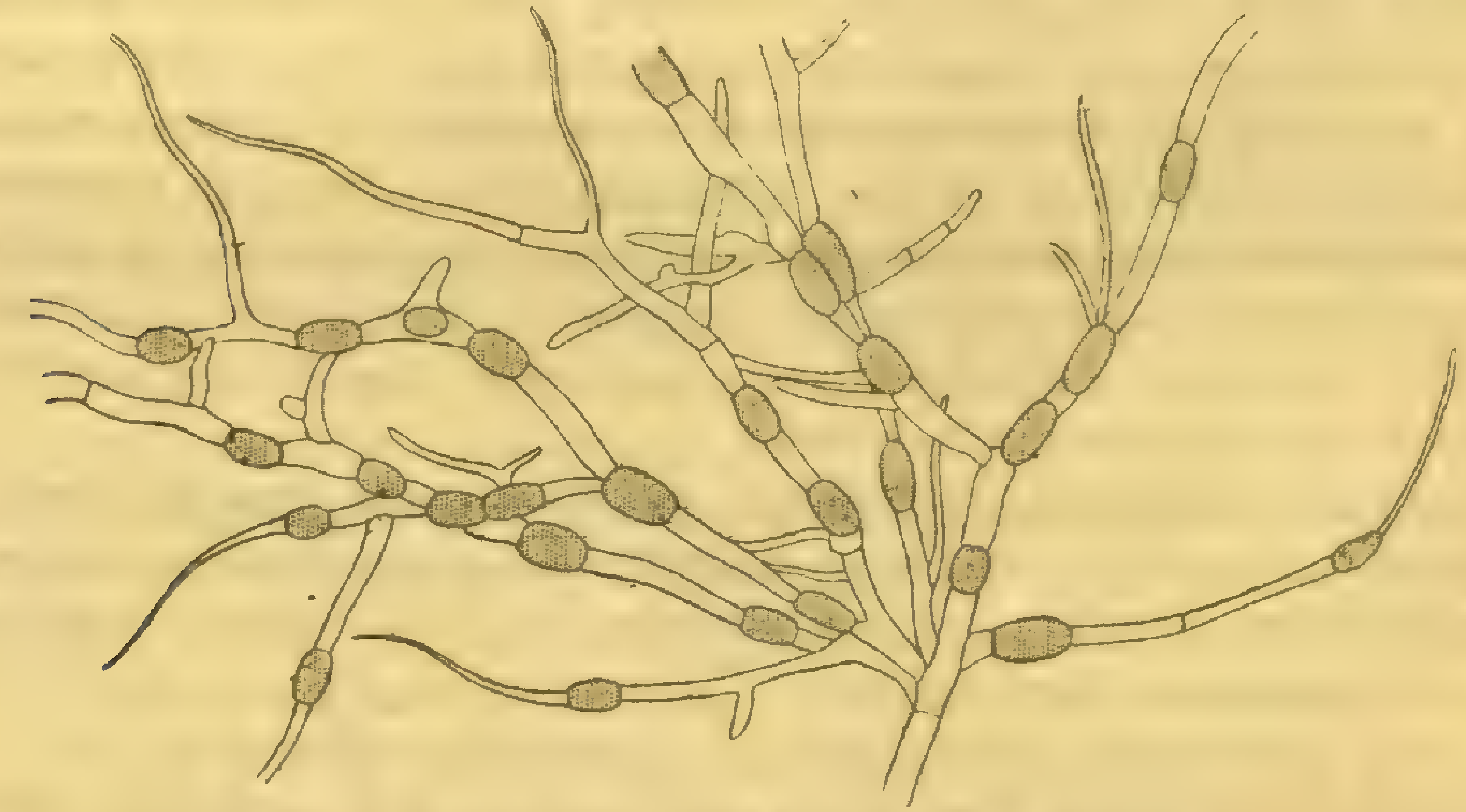


Fig. 37. — Moisissure de la levure chinoise.

Les caractères physiologiques de cette moisissure méritent une attention particulière. Noyée dans le moût de bière, elle se développe en masses floconneuses et produit une petite quantité d'alcool : 2,4 °/。 environ, en 6 jours. Si on la laisse se développer seulement en surface, elle brûle le maltose du moût sans produire d'alcool. Sur le riz cuit elle étale son mycélium aérien et transforme partiellement en sucre la couche d'amidon sous-jacente, mais le sucre formé est consommé au fur et à mesure tant que la moisissure continue à s'accroître au contact de l'air. Si au contraire on l'oblige à se développer en profondeur dans la substance amylacée à l'abri de l'air, elle produit, avec une grande énergie, de la dextrine et du sucre fermentescible.

Aucune des autres espèces que l'auteur a isolées ne possède au même degré cette propriété. C'est donc à elle qu'on doit attribuer le principal rôle dans la saccharification que produit la levure chinoise. L'auteur l'appelle *Amylomyces Rouxii*, en l'honneur de M. E. Roux. Il en a tiré, en suivant la méthode indiquée par M. Duclaux et employée par M. Fernbach pour la sucrase, deux diastases : une *amylase* et une *sucrase*.

D'où vient cet *Amylomyces*. Des grains de riz entiers, non décortiqués, déposés comme semence dans des tubes de moût de bière, donnent presque toujours des cultures de cette moisissure. Si l'on lave des grains de riz avec de l'eau stérilisée, l'eau de lavage, déposée comme semence sur des plaques de moût gélatinisé, donne des colonies pures d'*Amylomyces*. On obtient les mêmes résultats en prenant comme point de départ la balle de riz. Par conséquent on a le droit d'affirmer que la moisissure saccharifiante provient de l'extérieur des grains de riz. Les substances aromatiques que les Chinois incorporent à la farine pour faire la levure chinoise ne servent qu'à modifier la saveur de l'eau-de-vie que produira cette levure.

De la levure chinoise M. Calmette a aussi isolé plusieurs levures alcooliques; celles-ci s'y trouvent en grande abondance: l'ensemencement des plaques de moût gélatinisé avec la levure chinoise délayée dans l'eau donne, en moyenne, pour 8 colonies d'*Amylomyces*, 18 à 25 colonies de levure, 2 de moisissures, et 30 environ de bactéries diverses.

Parmi les bactéries, il y en a une qui joue un rôle particulièrement nuisible : c'est un bacille cylindrique, qui pousse vigoureusement sur le riz cuit, et transforme l'amidon en une masse gélatineuse. Si l'on sème ce bacille dans des ballons de culture en même temps que l'*Amylomyces*, ce dernier est presque aussitôt étouffé par les zooglées du bacille, et ne produit pas de sucre.

Il y a encore d'autres organismes qui jouent dans la levure chinoise le rôle de ferments de maladies.

Il résulte de cette analyse que la levure chinoise est une association d'un grand nombre d'organismes dont deux seulement travaillent efficacement à la transformation du riz en alcool, l'*Amylomyces*, qui saccharifie l'amidon du riz, et le *Saccharomyces* qui produit la fermentation alcoolique du sucre que lui fournit l'*Amylomyces*. Seulement le genre *Saccharomyces* est ici représenté par plusieurs espèces. Les autres organismes présents ne font que nuire.

Traitant, dans les conditions de pureté, le riz cuit par l'association de l'*Amylomyces* et d'une levure cultivée très active (levure de pale-ale), M. Calmette a obtenu, en 6 jours, un rendement de 40, 9 parties en poids d'alcool pour 100 parties d'amidon. C'est près du double du meilleur rendement qu'obtiennent les Chinois avec la levure chinoise. Cette expérience montre que l'emploi judicieux des organismes de la levure chinoise serait susceptible d'avantageuses applications industrielles dans les pays où l'on ne peut pas se procurer le malt.

IV. — Il nous reste à passer en revue des fermentations étudiées spécialement au point de vue chimique. On connaît depuis plus ou moins longtemps plusieurs micro-organismes qui attaquent facilement la mannite, mais respectent son isomère la dulcite. MM. P. Frankland et Frew (1) ont découvert un bacille qui met l'une et l'autre en fermentation. Ils l'ont rencontré accidentellement dans une solution de citrate ferrique ammoniacal qui était entrée en fermentation spontanée. Par culture sur gélatine on isola un microbe pur doué de la faculté de faire fermenter la mannite et la dulcite. Mais, chose remarquable, après le passage par la gélatine le microbe était affaibli : il produisait bien encore la fermentation de la mannite en solution minérale, mais non celle de la dulcite en semblable solution. Ce pouvoir perdu lui fut rendu par un artifice consistant à semer les colonies dans une solution de dulcite additionnée de bouillon peptonisé. Cette solution fermenta, et la nouvelle culture, semée dans une solution de dulcite sans bouillon peptonisé, y provoqua la fermentation.

M^{me} Percy Frankland décrit cet organisme : c'est un bacille de longueur et de grosseur très variables, immobile, qui se cultive bien sur gélatine-peptone, sur gélose, sur pomme de terre et dans le bouillon. Sur plaque, les colonies présentent un aspect très différent selon qu'elles sont situées à la surface ou dans la profondeur de la couche de gélatine.

Au moyen de ce bacille on a mis en fermentation la mannite et la dulcite dans des liqueurs composées de la manière suivante :

Mannite ou dulcite	15^{gr}, 00	étendus avec de l'eau distillée à 750^{cc}.
Peptone	0^{gr}, 75	
Carbonate de chaux	7^{gr}, 05	
Solution minérale	75^{cc}	

La solution minérale consiste en :

Phosphate de potasse	5^{gr},00	étendus avec de l'eau distillée à 5000^{cc}.
Sulfate de magnésie cristallisé. .	1^{gr},00	
Chlorure de calcium fondu. . .	0^{gr},50	

Les liquides ensemencés ont été maintenus à 38°. Une fermentation avec dégagement de gaz s'est déclarée au bout d'un ou deux jours, et a duré environ 37 jours. Au bout de ce temps l'analyse a montré que les deux isomères avaient fourni les mêmes produits, à peu près dans les mêmes proportions. Des fermentations spéciales furent faites pour l'étude des produits gazeux.

---

(1) P. Frankland et Frew : *A pure fermentation of mannitol and dulcitol* (Journ. of. Chem. Soc. 1892, p. 254). (Trans.)

Les produits de la fermentation consistent principalement en alcool éthylique, acides acétique et succinique, hydrogène et acide carbonique. Quand les gaz peuvent s'échapper librement, la fermentation est totale ; mais quand, en vue de l'étude des gaz, on produit la fermentation en vase clos, celle-ci est incomplète, et, outre les produits ci-dessus nommés, il se forme beaucoup d'acide formique. Les auteurs considèrent le phénomène chimique comme ayant lieu par la réalisation simultanée des deux réactions suivantes :

$$(a)\ C^6 H^{14} O^6 = 2\ C^2 H^6 O + CO^2 + CH^2 O^2$$
$$(b)\ C^6 H^{14} O_6 = C^4 H^6 O^4 + C^2 H^4 O^2 + 2\ H^2$$

Pendant qu'une molécule est décomposée suivant la réaction (*b*) deux autres le sont suivant la réaction (*a*). Dans les cultures faites avec libre accès de l'air, l'acide formique de la formule (*a*) doit être remplacé par les produits de sa décomposition, eau et acide carbonique.

$$CH^2O^2 = CO^2 + H^2.$$

M. Frankland considère alors l'acide formique comme formé d'abord, puis décomposé. On peut bien admettre aussi que selon la quantité d'oxygène dont dispose le ferment, il produit des fermentations différentes, et qu'en présence d'un excès d'oxygène il n'engendre à aucun moment de l'acide formique.

Les auteurs désignent le microorganisme par le nom de *Bacillus ethacetosuccinicus*, qui rappelle les produits principaux de la fermentation. Ce nom ne paraît pas très bien choisi, en ce que ces produits, loin d'être caractéristiques, sont de ceux qu'on rencontre dans bien des fermentations. Le bacille en question se distingue de deux autres, étudiés par M. P. Frankland, qui font aussi fermenter la mannite, savoir le *B. ethaceticus* et le *Pneumococcus de Friedlander*. Ces deux derniers produisent, avec la mannite, beaucoup moins d'acide succinique, et surtout ils n'attaquent pas du tout la dulcite.

M. Nencki (1) a étudié un cas très curieux de symbiose. MM. Nencki et Sieber ont observé dans les tumeurs des animaux infectés par le charbon symptomatique deux organismes à la fois : le bacille du charbon symptomatique, et un *Micrococcus* facultativement anaérobie. Le bacille, cultivé dans des solutions de glucose, décompose ce sucre avec dégagement d'acide carbonique et d'hydrogène, et production principalement d'acide butyrique, d'acide acétique, et d'acide lactique inactif. Le *Micrococcus* décompose le glucose en donnant de l'acide paralactique (à sel de zinc lévogyre) en quantité presque théorique, c'est-à-dire moitié de celle du glucose ajouté. Les auteurs ont pour cette raison

(1) Nencki : *Ueber Mischkulturen*. (Centralbl. f. Bakt. u. Parisit. XI, 225).

nommé ce dernier organisme *Micrococcus acidi paralactici*. Les cultures de chacun de ces microbes ne contiennent jamais que des traces de substances capables de fournir de l'iodoforme, par conséquent aucun alcool en quantité appréciable.

Si maintenant on ensemence une solution de glucose avec les deux microbes à la fois, on obtient une fermentation beaucoup plus rapide, et on trouve dans le liquide fermenté, outre les produits spéciaux de l'action de chaque microbe, acides lactiques actif et inactif, butyrique, acétique, un produit nouveau, en proportion notable, l'alcool butylique normal.

L'auteur fait remarquer que ce cas très intéressant n'est pas isolé. Il arrive souvent que deux microbes associés produisent dans le milieu où ils vivent des modifications plus profondes et plus rapides que celles que produirait chacun d'eux séparément, c'est la *symbiose*. Mais il arrive aussi, et M. Nencki l'a observé notamment dans la fermentation de l'albumine, que deux microbes qui, séparément, produiraient une fermentation énergique dans ce milieu, ne peuvent, si on les y sème tous les deux à la fois, qu'y déterminer une fermentation faible, bientôt arrêtée. C'est ce qu'il appelle l'*énantiobiose*.

L. Boutroux.

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893 *(Suite)*.

Il peut arriver que l'oxalate de chaux, dans la cellule, soit enveloppé par une couche plus ou moins épaisse d'une autre substance.

Une formation de cet ordre est signalée par M. ZIMMERMANN (1) dans les cellules vivantes de la tige et des feuilles d'une espèce indéterminée de *Cyperus*, voisine du *Cyperus textilis*.

Ce sont des sortes de sphéroïdes arrondis, ou de formes plus ou moins irrégulières, composés surtout de phosphate de chaux (fig. 38 à 40).

Lorsqu'on les traite par l'eau ou par l'acide acétique le phosphate se dissout, et il ne reste que l'oxalate, amorphe ou cristallisé, qui occupe le centre (*a* dans les fig. A et B).

On sait qu'il est excessivement rare de trouver normalement, dans les plantes, des concrétions de phosphate de chaux, car les sphéro-cristaux n'apparaissent d'ordinaire qu'après traitement par l'alcool ou la glycérine, On ne connaît jusqu'alors de ces formations spontanées que dans les feuilles de *Soja hispida* et de *Robinia Pseudacacia*, où MM. Nobbe, Hanlein et Councler les ont observées, et encore seulement sur des individus cultivés dans l'eau.

Les corps signalés par M. Zimmermann se rapprochent de ces sphérocristaux. Ils atteignent leur plus grande taille dans l'épiderme supérieur des feuilles âgées ; on ne les trouve pas dans les jeunes feuilles. Ils sont présents dans le parenchyme fondamental des vieux entre-nœuds de la tige.

Chacun de ces sphéroïdes est entouré d'une enveloppe mince qui paraît être de nature organique.

Ils se dissolvent lentement dans l'eau ; la chaleur n'active pas leur dissolution.

D'après toutes les réactions qu'il a essayées, M. Zimmermann conclut que la masse principale disphéroïde, accumulée autour du petit noyau d'oxalate, est principalement composée de phosphate de chaux.

(1) Zimmermann : *Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle* (Tübingen, Laupp, éditeur). Vol. 1, p. 311.

Les sphérocristaux artificiellement obtenus dans les cellules des organes qui ont été au préalable traités par l'alcool ou la glycérine, ont surtout été étudiés, chez un grand nombre de plantes, par M. Hansen et M. Leitgeb, et ce sont ces auteurs qui ont rapporté la plupart de ces précipités au phosphate de chaux pur. Mais, déjà, dans un mémoire que nous avons cité plus haut, et où se trouve rectifiée une première erreur en ce qui concerne l'oxalate de chaux pris par M. Hansen pour un sulfate, MM. Belzung et Poirault (1) ont prouvé que les gros sphérocristaux réfringents, à éléments prismatiques radiés, que M. Hansen a obtenus en traitant, au moyen de l'alcool étendu, l'*Angiopteris evecta*, consistent non en phosphate, mais en malate de chaux.

Cela étant, M. Belzung (2) a jugé utile de vérifier encore la nature réelle des sphérocristaux qu'il avait précédemment, au cours d'un travail antérieur (3), observés dans le parenchyme des Euphorbes grasses, et qui ont été aussi considérés par M. Hansen comme composés de phosphate de chaux pur.

Les sphérocristaux de l'*Euphorbia Caput-Medusœ*, tels que M. Hansen les a vus sur des matériaux conservés depuis longtemps dans l'alcool, consistent en formations sphéroïdales, qui sont différenciées en deux parties : l'une périphérique, radialement aiguillée et serrée ; l'autre centrale et amorphe, offrant cependant quelquefois une striation concentrique. Dans des matériaux récemment traités par l'alcool, ils se présentent sous la forme de globules complètement amorphes ; ce n'est que petit à petit que se constitue l'écorce cristallisée.

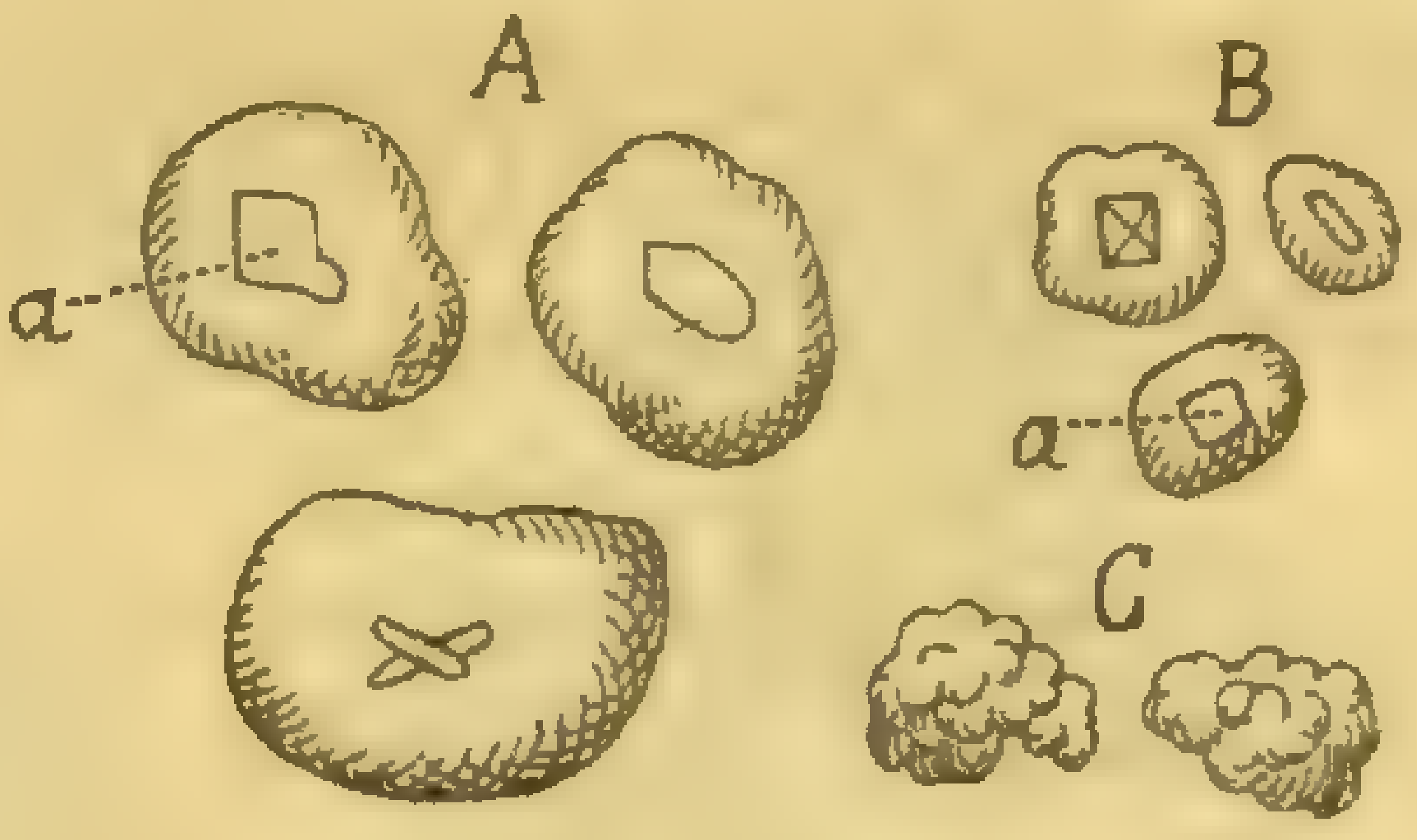


Fig. 38 à 40. — Sphéroïdes d'une espèce de *Cyperus*.

Ces cristaux, ainsi que l'a démontré M. Leitgeb, contrairement à ce que pensait M. Hansen, charbonnent à la flamme.

D'autre part, ils sont solubles dans l'eau.

Or, pour M. Belzung, ces deux propriétés, le noircissement à la flamme et la solubilité dans l'eau indiquent que le phosphate de chaux *pur* ne peut être la seule matière composante des cristaux. Il n'y a qu'une matière organique qui puisse ainsi noircir ; et on ne connaît pas de phosphate calcique précipité qui se dissolve dans l'eau pure.

---

(1) Belzung et Poirault : *Sur les sels de l'Angiopteris evecta et en particulier le malate neutre de calcium.* (Journal de Botanique, 1892).

(2) E. Belzung : *Nature des sphérocristaux des Euphorbes cactiformes.* (Journal de Botanique, 1893).

(3) E. Belzung : *Recherches chimiques sur la germination et cristallisations intracellulaires artificielles.* (Annales des Sciences naturelles, 7ᵉ série, tome XV).

L'auteur a donc repris ces recherches, qui ont porté sur trois espèces d'Euphorbes grasses : l'*Euphorbia cœrulescens*, l'*E. resinifera*, et l'*E. Caput Medusœ*. Il a examiné, en envisageant plus particulièrement la première de ces trois plantes, la morphologie des sphéroïdes et des sphérocristaux, puis la nature et les propriétés du suc cellulaire, qui permettent de contrôler la valeur de la précédente détermination. Il a également tenté, comme contre-épreuve, des essais purement chimiques, tendant à la reproduction des formes intracellulaires.

Sur des coupes de rameaux d'*Euphorbia cœrulescens*, divisés par des sections tranversales et longitudinales, puis traités par le double de leur volume d'alcool à environ 70 degrés, on trouve (fig 41) les formations suivantes : des *sphéroïdes* (*d*) restés plus ou moins amorphes ; des *sphérocristaux aiguillés* ou *lamelleux* (*f*, *g*), sans réfringence, nés librement ou sur les sphères amorphes ; des *sphérocristaux* ou *prismes* isolés, *très-réfringents* (*a*), visibles à l'œil nu sur les surfaces de section, et se constituant, les uns par différenciation de globules amorphes, les autres par précipitation directe.

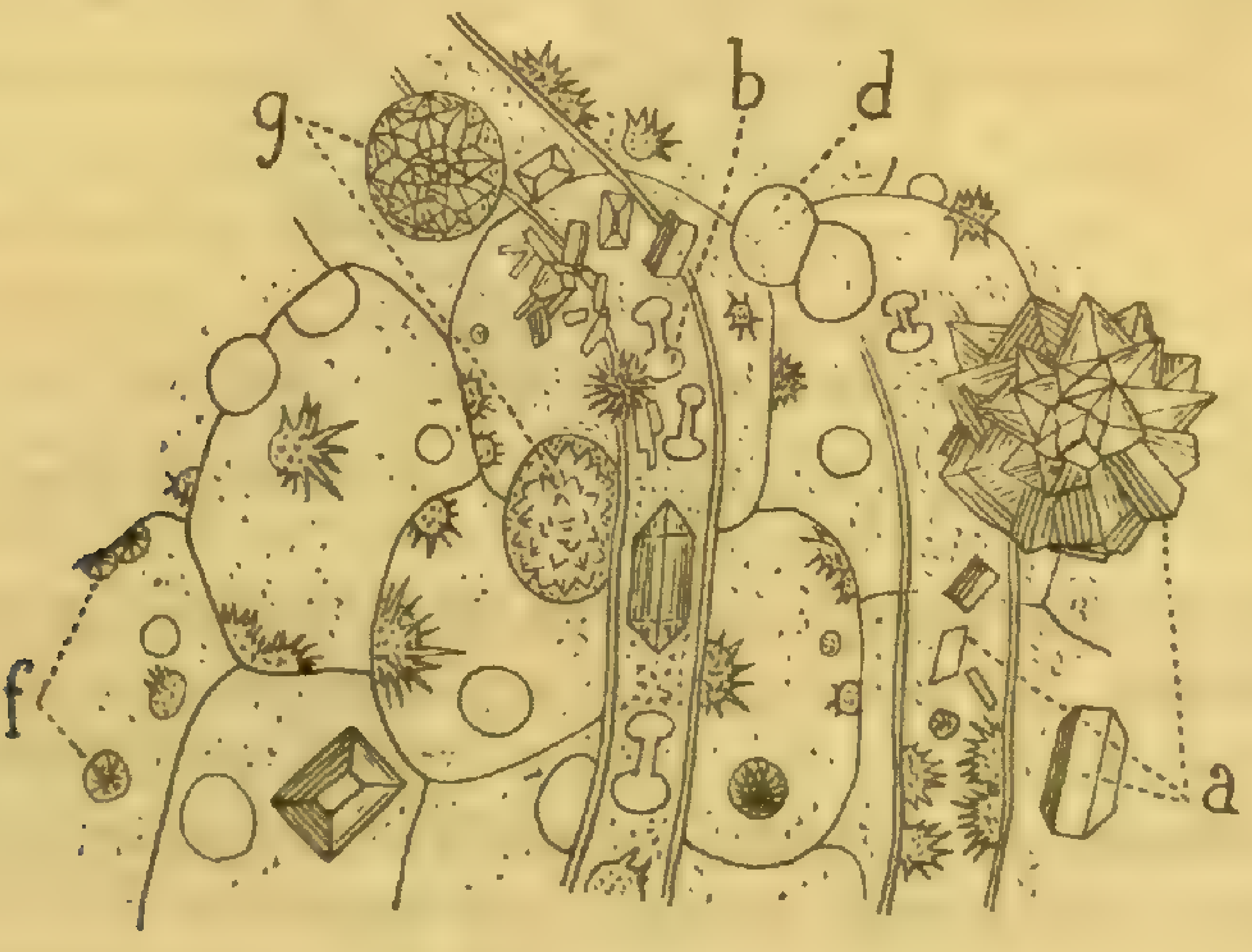


Fig. 41. — Formations diverses dans l'*Euphorbia cœrulescens*.

Toutes ces formations se dissolvent lentement dans l'eau : aucune d'elles ne peut donc être du phosphate de chaux pur.

Dans la solution saturée de malate de chaux, elles se dissolvent lentement, sauf les cristaux réfringents, qui éprouvent tout au plus une altération très superficielle. Ce fait nous indique que ces cristaux consistent en malate de chaux.

Une coupe des matériaux conservés dans l'alcool, traitée par le molybdate d'ammoniaque, donne un précipité jaune, granuleux, de phosphomolybdate.

Enfin, à la flamme, il y a noircissement et gonflement des sphérocristaux.

Si maintenant on traite par l'alcool le suc exprimé de cent grammes de tige d'*Euphorbia cœrulescens*, on obtient un précipité qui se dissout facilement dans l'eau, qui donne la réaction des phosphates, et qui charbonne à la flamme, en se gonflant, et en répandant des vapeurs succiniques, quand la combustion se fait au feu réducteur. Le résidu blanc de la calcination donne du gypse en présence de l'acide sulfurique.

Cet essai, fait remarquer M. Belzung, démontre que le précipité renferme, à l'état non formé, les éléments du malate et du phosphate de chaux ; et, comme l'ensemble est soluble dans l'eau, on ne peut songer qu'à un *malophosphate de chaux*.

Or ce précipité donne lieu, par une différenciation progressive de sa substance, à toutes les cristallisations observées au sein même du parenchyme. Il est possible, de cette manière, d'avoir des formations très nettes, et complètement pures.

En essayant sur les trois formes, analogues à celles qu'on rencontre dans les tissus, différentes réactions, M. Belzung a pu s'assurer : 1° Que les sphérocristaux réfringents sont bien formés de malate neutre de chaux ; 2° Que les sphéroïdes amorphes et les sphérocristaux aiguillés ou lamelleux sont constitués par du malophosphate de chaux. Et ces corps ont bien effectivement toutes les propriétés du malophosphate de chaux que M. Belzung a artificiellement obtenu en faisant digérer quelques instants une solution d'acide malique avec du phosphate tricalcique et en précipitant la solution filtrée par le double de son volume d'alcool pur. Mais il est probable que les sphéroïdes amorphes, d'une part, les cristaux aiguillés ou lamelleux, d'autre part, représentent deux malophosphates particuliers, différant l'un de l'autre par les propriétés des éléments constituants. Plus l'état cristalisé s'accentue, plus le cristal est riche en acide malique. Il peut arriver ainsi un moment où il ne contient plus que du malate de chaux : c'est le cas des sphérocristaux réfringents qui, d'après cette manière de voir, représentent le dernier terme de la différenciation du précipité alcoolique.

Dans la cellule, c'est vraisemblablement l'acide malique qui maintient en dissolution le phosphate de chaux, par lui-même insoluble ; et le malophosphate de chaux apparaît ainsi, pour la plante qui en contient, comme la forme assimilable de l'acide phosphorique.

Personnellement, nous croyons bon de faire remarquer que les sphérocristaux trouvés par M. Zimmermann dans le *Cyperus* se rapprochent beaucoup des corps examinés par M. Belzung. Ils charbonnent à la flamme, et sont solubles dans l'eau. Ils pourraient être tout aussi bien constitués, non par du phosphate, mais par du malophosphate de chaux.

Dans l'épiderme de la feuille de *Cyperus alternifolius*, M. ZIMMER-

MANN (1) a trouvé, sur la paroi externe des cellules, et proéminant vers l'intérieur, des sortes d'épaississements hémisphériques qui, parfois, traversent les membranes et occupent tangentiellement l'étendue de trois ou quatre cellules (fig. 42 à 44).

Ces petits corpuscules n'ont jusqu'alors été trouvés par l'auteur que dans l'espèce que nous venons de citer ; et seulement dans les feuilles âgées, où ils sont abondants, surtout vers la pointe. Là leur présence n'est pas accidentelle, mais constante.

Les réactions indiquent que ce sont des formations en grande partie composées de silice, et complètement dépourvues de tout sel de chaux. Elles paraissent seulement renfermer un peu de cellulose.

Par leur forme, ces concrétions rappellent les cystolithes de beaucoup de Cucurbitacées, mais elles en diffèrent complètement par leur composition puisqu'elles ne sont nullement calcaires. Ce dernier caractère les rapproche, par contre, des épaississements décrits par M. Solerede chez certaines espèces d'Aristoloches, où, toutefois, ils se trouvent sur la paroi des cellules épidermiques.

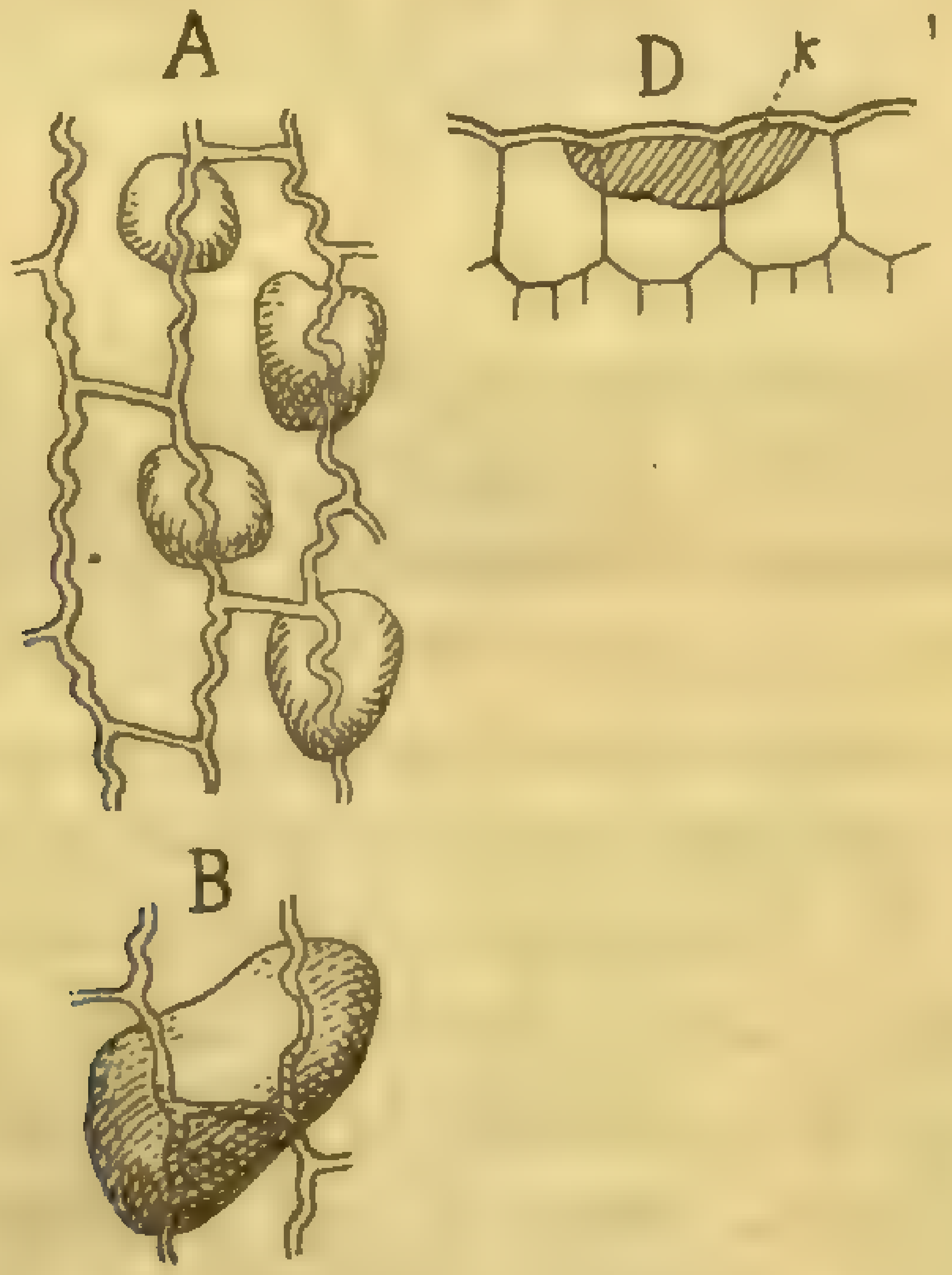


Fig. 42 à 44. — Epaississements de l'épiderme de la feuille du *Cyperus alternifolius*.

Il ne faut pas oublier que les épaississements siliceux sont fréquents chez les Cypéracées, mais tous ceux qui avaient été observés antérieurement diffèrent des corps que signale M. Zimmermann : d'abord par la forme conique, en second lieu par leur apparition moins tardive. On les trouve déjà dans les feuilles très jeunes.

Les corpuscules hémisphériques peuvent servir de transition entre ces corpuscules coniques et les cystolithes proprement dits, qu'on n'a jamais encore rencontrés chez les Monocotylédones.

A propos de cette sorte de formation, ajoutons ici que, dans le travail dont nous avons déjà analysé une partie, M. Poirault (1) signale la présence de nodules siliceux dans certaines cellules épidermiques du *Marattia Brongniartii* et de l'*Angiopteris evecta*.

---

(1) Zimmermann : *loc. cit.*

Ces nodules siliceux sont très développés dans la première de ces deux plantes, où on les rencontre surtout dans l'épiderme recouvrant les nervures et, çà et là, dans la couche sous-épidermique. L'épiderme supérieur en contient aussi, mais beaucoup moins. Ils forment des masses plus ou moins sphériques ou ovoïdes, irrégulièrement mamelonnées, et rappelant, au premier abord, les cristallisations dites en *choux-fleurs* ; mais ce n'est qu'une apparence, car l'examen en lumière polarisée prouve que ces masses sont amorphes ; elles restent éteintes entre les nicols croisés.

Les cellules silicifères, ou *stegmates*, décrites par M. Mettenius chez certains *Trichomanes*, diffèrent des précédentes par leur situation ; elles sont dans le parenchyme.

De tous les végétaux, ce sont surtout les Graminées qui, en général, contiennent le plus de silice. MM. Berthelot et André (2) ont déterminé sur le Blé les proportions relatives et absolues de cette substance, depuis la germination jusqu'à la fructification.

A toutes les époques, les feuilles sont les organes où la silice (soluble dans les alcalis, ou insoluble) est en plus grande abondance. C'est là le lieu spécial de concentration, principalement pour la silice insoluble. L'épi est toujours la région la plus pauvre.

Dans la tige et dans la racine, les proportions varient beaucoup, et dans un sens différent, aux diverses époques du développement.

D'abord la tige est plus riche que la racine en silice soluble ; mais, peu avant la floraison, l'équilibre s'établit entre les deux organes, et, à partir de ce moment, c'est au contraire dans la racine que la quantité de silice est la plus forte. Il en est ainsi pendant la floraison et pendant tout le temps de la maturation.

MM. Berthelot et André (3) ont fait, pour le soufre, sur un certain nombre de végétaux considérés depuis leur germination jusqu'à la fructification, des analyses analogues à celles qu'ils ont faites pour la silice sur les Graminées.

Le soufre est, dans la plante, un élément essentiel nécessaire pour la constitution des principes albuminoïdes et de divers autres composés.

MM. Berthelot et André l'ont dosé — sous ses trois formes de sulfates actuels et de composés sulfurés — dans le *Sinapis alba*, l'*Allium Cepa*, le *Lupinus alba*, l'*Urtica dioica*, l'*Avena sativa*, etc.

---

(1) Poirault, : *loc. cit.*

(2) Berthelot et André : *La silice dans les végétaux* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 1891).

(3) Berthelot et André : *Sur la présence et sur le rôle du soufre dans les végétaux* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 1891).

Les conclusions générales qu'ils ont tirées de ces dosages sont les suivantes.

La plante s'enrichit sans cesse en soufre jusqu'à la floraison, la proportion relative de cet élément étant d'ailleurs plus forte d'un tiers environ pendant la première période de végétation.

Le soufre, à l'état de composé organique, atteint son maximum pendant la floraison, par suite d'une oxydation intense. Toutefois ceci suppose que le soufre est emprunté entièrement au sol sous forme de sulfates, tandis qu'une partie pourrait bien être empruntée directement aux composés organiques sulfurés que le sol contient en abondance. Un fait vient à l'appui de cette hypothèse : le soufre organique se trouve, en grande quantité, dans les racines, sauf au début de la floraison. Quand les fleurs se fanent il abonde à la fois dans les racines et dans les tiges.

Le soufre, dans les composés volatils, est toujours peu abondant et ne se manifeste que jusqu'à la floraison complète.

Dans la graine, le soufre est, sous deux formes, réparties très différemment suivant les espèces. Dans l'Avoine, il est presque exclusivement à l'état organique; dans le Lupin blanc, il y a 6, 7 pour 100 de soufre organique par rapport au soufre total.

Presque toujours le maximum de soufre organique correspond à la floraison, l'appauvrissement final paraissant dû à l'élimination d'une partie de ce soufre, sous forme de composés volatils, et à la réoxydation qui s'accomplit pendant la fructification.

La répartition du fer dans les différents groupes du règne végétal a fait l'objet d'un assez long mémoire de M. Molisch (1).

M. Molisch admet que le fer se présente dans les cellules sous deux états : faiblement lié, ou à l'état de combinaisons très fortes que les réactifs ordinaires sont impuissants à déceler.

Le *fer faiblement lié*, qui, pour l'auteur, est moins répandu que l'autre dans le règne végétal, est peu abondant chez les Algues, où il forme, quand on le trouve, un dépôt d'oxyde sur les parois cellulaires, très rarement dans l'épaisseur de la membrane, ou à l'intérieur de la cellule.

On ne le rencontre guère aussi que par exception dans les Champignons, et il n'en est que plus curieux de constater, par contre, sa fréquence chez certains Lichens du genre *Lecidea*, et des genres voisins, qu'on appelle quelquefois « Lichens oxydés ».

Chez les Mousses, le fer s'accumule principalement dans la membrane cellulaire, à laquelle il donne parfois, dans les individus âgés des genres *Fontinalis* et *Miliechoferia*, une couleur de rouille.

Beaucoup de graines ont du fer faiblement uni dans les faisceaux de procambium de l'embryon, tandis qu'il n'y en a pas dans l'albumen. Le fer disparaît pendant la germination.

---

(1) H. Molisch : *Die Pflanze in ihre Beziehungen zum Eisen*. Iena, 1892.

Les Phanérogames paraissent assez pauvres en fer faiblement lié ; cependant le péricarpe du *Trapa natans* renferme, dans ses cendres, 68 pour 100 de sesquioxyde de fer.

Le fer fortement combiné, ou *fer masqué*, dont on ne constate facilement la présence que dans les cendres, est cependant mis en évidence, d'après M. Molisch, par l'emploi des solutions alcalines. Le réactif prête toutefois, il faut le dire, à une objection qu'a faite M. Meyer et dont M. Molisch (1) a, jusqu'à un certain point, reconnu le bien fondé. Les solutions de potasse et de soude caustique, si pures soient-elles, contiennent toujours un peu de fer qui échappe aux analyses ordinaires. Mais certaines substances organiques et les tissus végétaux ont la propriété d'extraire ce fer de la solution alcaline, lorsqu'ils sont en contact avec elle, et l'accumulent dans leurs tissus où, dès lors, les réactifs ordinaires permettent de le reconnaître.

L'origine réelle du fer trouvé dans les plantes traitées par les solutions alcalines est donc douteuse.

Néanmoins, M. Molisch admet toujours que ce fer, qu'il appelle « masqué » est universellement répandu dans le règne végétal. Il se trouve dans les membranes, ou dans le contenu cellulaire, ou dans les deux. Il est aussi, comme matière de réserve, dans les globoïdes de grains d'aleurone. Il n'y en a pas dans la chlorophylle.

Le fer, d'après M. Molisch, est aussi nécessaire aux Champignons qu'aux plantes vertes. Mais, contrairement à l'opinion de M. Winogradsky, l'auteur pense que les bactéries s'en passent facilement. Le fer n'a pas, pour ces êtres, plus d'importance physiologique que la silice chez les Graminées ; il reste dans les gaînes gélatineuses.

Le fer est encore un des éléments que M. LINDSEY (2) a pu reconnaître dans les cendres obtenues par la calcination de la matière sèche qui forme les 9,5 pour 100 du suc des bois.

Les autres substances minérales composant ces cendres sont la chaux, qui, à l'état de sulfate et de sulfite, y est en notable proportion, l'alumine, la magnésie, etc.

Quant aux composés organiques, qui constituent le reste de la matière sèche et qui ont été surtout l'objet des recherches de M. Lindsey, ils sont représentés par une petite quantité de pentaglucoses (probablement de la xylose), par de la galactose, de la mannose, des traces de vanilline, et surtout par un corps amorphe, dissous, de nature gommeuse, précipitable par l'acétate de plomb.

(1) H. Molisch : *Bemerkung über den Nachweiss von maskirten Eisen.* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. 1894).

(2) Lindsey : *Untersuchungen uber Holz und Holz-Sulfit-Flüssigkeit.* (Inaugural-Dissertation. Gottingen, 1896).

Ce dernier corps a pour formule : $C^{24} H^{24} (C H^{3})^{2} O^{12}$. Traité par les acides ou la lessive de soude, il donne différents sucres, entre autres la xylose.

Cette gomme donnant de la xylose a d'ailleurs été déjà signalée par MM. Wheeler et Tollens dans le bois de différents arbres, parmi lesquels le Hêtre et le Sapin. Elle a été, d'autre part, encore trouvée par M. Hébert dans la paille de Blé et dans celle d'Avoine.

Sa recherche offre cet intérêt particulier qu'elle montre que si les hydrates de carbone qu'on rencontre le plus facilement et le plus abondamment dans les végétaux, contiennent une quantité de carbone correspondant à 6 ou à un multiple de 6 atomes (dextrose, lévulose, galactose, saccharose, dextrine ou amidon), on peut cependant, très fréquemment aussi, constater, à côté, la présence de pentaglucoses.

Pour arriver à préciser le degré réel de fréquence de ces pentaglucoses dans les tissus, M. Hébert (1) a encore étudié, au même point de vue, les Légumineuses et les plantes oléagineuses.

Dans la Luzerne, la présence de la gomme de paille est reconnue de suite par la production de furfurol, qui est caractéristique des pentaglucoses. 500 grammes de Luzerne fraîche sont traités par 300 grammes d'acide sulfurique et 600 grammes d'eau ; on distille dans un ballon, au bain de paraffine, à 150°. Un demi-litre du liquide recueilli, qui donne une odeur de furfurol, fournit, après action de l'ammoniaque, un précipité cristallisé fondant à 120°. Le sucre est bien de la xylose.

La Luzerne, comme la paille, ne renferme donc pas d'amidon, ou en renferme très peu.

Il en est de même pour le Lin, pour les résidus secs de Betteraves, de Pommes de terre, de terreaux; de même aussi, d'après MM. Stone et Lotz, pour les épis de Maïs.

Toutes ces plantes ou partie de plantes, chauffées avec des acides minéraux étendus, dégagent une odeur de furfurol.

Il semble donc bien que, dans la plupart des végétaux, il y ait une gomme spéciale, se transformant, par saccharification, en xylose.

Cette matière gommeuse, qu'on a prise pendant longtemps pour de l'amidon, est extrêmement répandue, et forme vraisemblablement une proportion importante du squelette des plantes.

Chez les Champignons, on ne connaît jusqu'alors que deux matières sucrées cristallisables : la *mannite* et la *tréhalose*. Mais il convient de dire qu'à ce point de vue trente-six espèces seulement ont été étudiées. Or, en comparant ce chiffre au nombre des espèces de grands Champignons, décrits par les auteurs, on est naturellement conduit à penser que la question nécessite encore un certain nombre de recherches complémentaires avant qu'une conclusion de quelque valeur, appuyée sur des données présentant un certain caractère de généralité, puisse être tirée.

---

(1) Hébert : *Sur la présence, dans diverses plantes, d'une gomme donnant de la xylose par saccharification.* (Annales agronomique, mai 1892).

Ces recherches viennent d'être faites par un mycologue doublé d'un chimiste habile. M. Bourquelot (1) qui les a poursuivies patiemment pendant cinq années consécutives, de 1889 à 1893. Les résultats obtenus forment un ensemble qui mérite d'être exposé avec quelques détails, car ils constituent l'histoire, à peu près aussi complète que nous pouvons le désirer, des phénomènes généraux de la physiologie des sucres chez les Champignons.

Le nombre des espèces sur lesquelles ont porté les analyses de M. Bourquelot s'élève à 212. Ces 212 espèces appartiennent à 51 genres ou sous-genres différents. Une seule représente les Myxomicètes : c'est l'*Athalium septicum* ; 17 sont des Ascomycètes ; et toutes les autres rentrent dans les Basidiomycètes. Ces dernières se décomposent en 2 Trémellinées, 183 Hyménomycètes et 9 Gastéromycètes.

Les principes sucrés qui sont de beaucoup les plus fréquents dans tous ces Champignons, sont la tréhalose, la mannite et le glucose. Sur les 212 espèces, le tréhalose a été rencontré 142 fois et la mannite 116 fois, les deux sucres s'étant trouvés présents simultanément, dans une même espèce, 46 fois.

Ces trois sucres n'apparaissent pas dans le Champignon à la même période du développement. Le tréhalose, lorsque l'espèce en produit, est le premier qui se forme ; on le rencontre dans les individus jeunes, qui commencent à donner des spores. La mannite n'apparaît que plus tard ; puis, peu à peu, la proportion de ces deux sucres, du tréhalose d'abord, de la mannite ensuite, diminue. En même temps la quantité de glucose augmente rapidement ; c'est seulement dans les échantillons avancés que ce dernier principe est abondant.

Toutes les espèces de Bolets analysées par M. Bourquelot renfermaient exclusivement du tréhalose durant leur première jeunesse. A un âge plus avancé, elles contenaient, soit à la fois du tréhalose, de la mannite et du glucose, soit de la mannite et du glucose seulement. Le Cèpe comestible, le *Boletus edulis*, présente toutefois cette particularité de ne renfermer jamais que du tréhalose et du glucose, même lorsqu'il est âgé.

Chez les Lactaires, le tréhalose est beaucoup plus rare que chez les Bolets : sur huit espèces traitées, une seulement en possédait ; les sept autres n'ont, outre le glucose, formé que de la mannite.

---

(1) Bourquelot : *Les hydrates de carbone chez les Champignons. — Matières sucrées* (Bulletin de la Société mycologique de France. Années 1889 à 1893). *Sur la présence et la disparition du tréhalose dans l'Agaric poivré* (Id. 1891). *Sur un artifice facilitant la recherche du tréhalose dans les Champignons.* (Id. 1891). *Sur la répartition des matières sucrées dans le Cèpe comestible et le Cèpe orangé.* (Id. 1892). *Sur l'époque et l'apparition du tréhalose dans les Champignons.* (Id. 1893). *Sur un ferment soluble nouveau, dédoublant le tréhalose en glucose.* (Comptes-rendus de la Société de Biologie. Avril 1893).

Enfin le tréhalose manque complètement chez les Russules, où, d'autre part, la mannite atteint jusqu'à 1/5 du poids des matières sèches.

Par contre, sur 37 espèces de Cortinaires, une seule a donné de la mannite; toutes les autres n'ont révélé à l'analyse que du tréhalose.

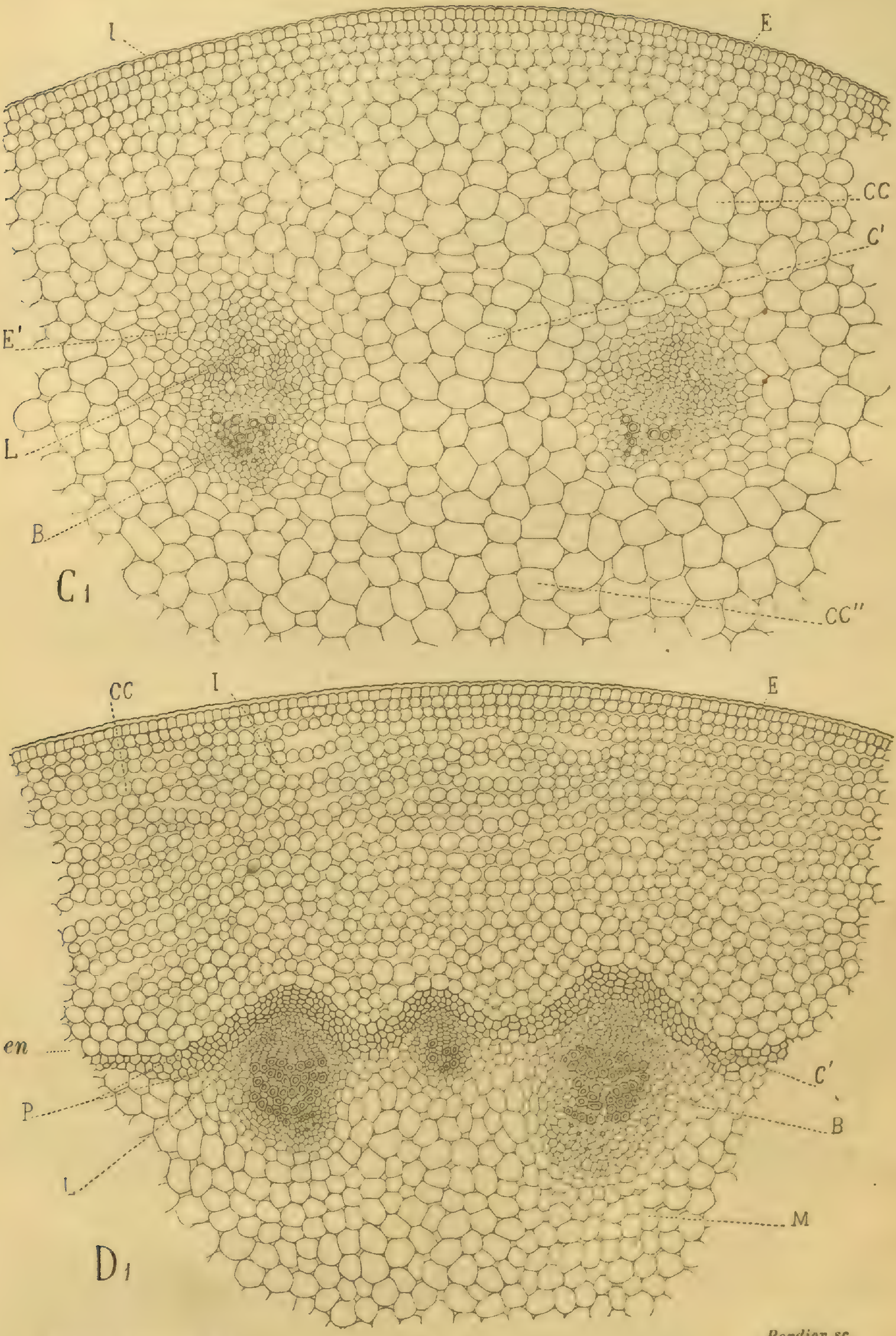
C'est aussi ce dernier sucre qu'on trouve, en principale abondance, dans les genres *Polyporus*, *Panus*, *Lentinus*, *Coprinus*, *Hypholoma*, *Flammula*, *Hebeloma*, *Pholiota*, *Pleurotus*, *Lycoperdon*, où l'on ne trouve, en général, pas trace de mannite.

De sorte, qu'en définitive, on doit considérer le tréhalose comme le sucre dont la présence est le plus générale chez les Champignons, la mannite ne prédominant que dans les genres *Russula*, *Lactarius*, *Psalliota*, *Lepiota* et *Elaphomyces*, où l'autre sucre est très rare. Dans les Bolets, on trouve, le plus souvent, à la fois de la mannite et du tréhalose.

Parmi les Lactaires, il en est un qui renferme, à la place de mannite, un sucre spécial, découvert par M. Bourquelot, la volimite. Cette volimite est un isomère de la mannite, à saveur très légèrement sucrée, soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool froid, dont la solution aqueuse dévie légèrement vers la droite le plan de la lumière polarisée, sur le pouvoir rotatoire duquel l'acide borique n'agit pas, et enfin qui ne réduit pas la liqueur cupro-potassique, même après avoir été soumis à l'action de l'acide sulfurique étendu bouillant.

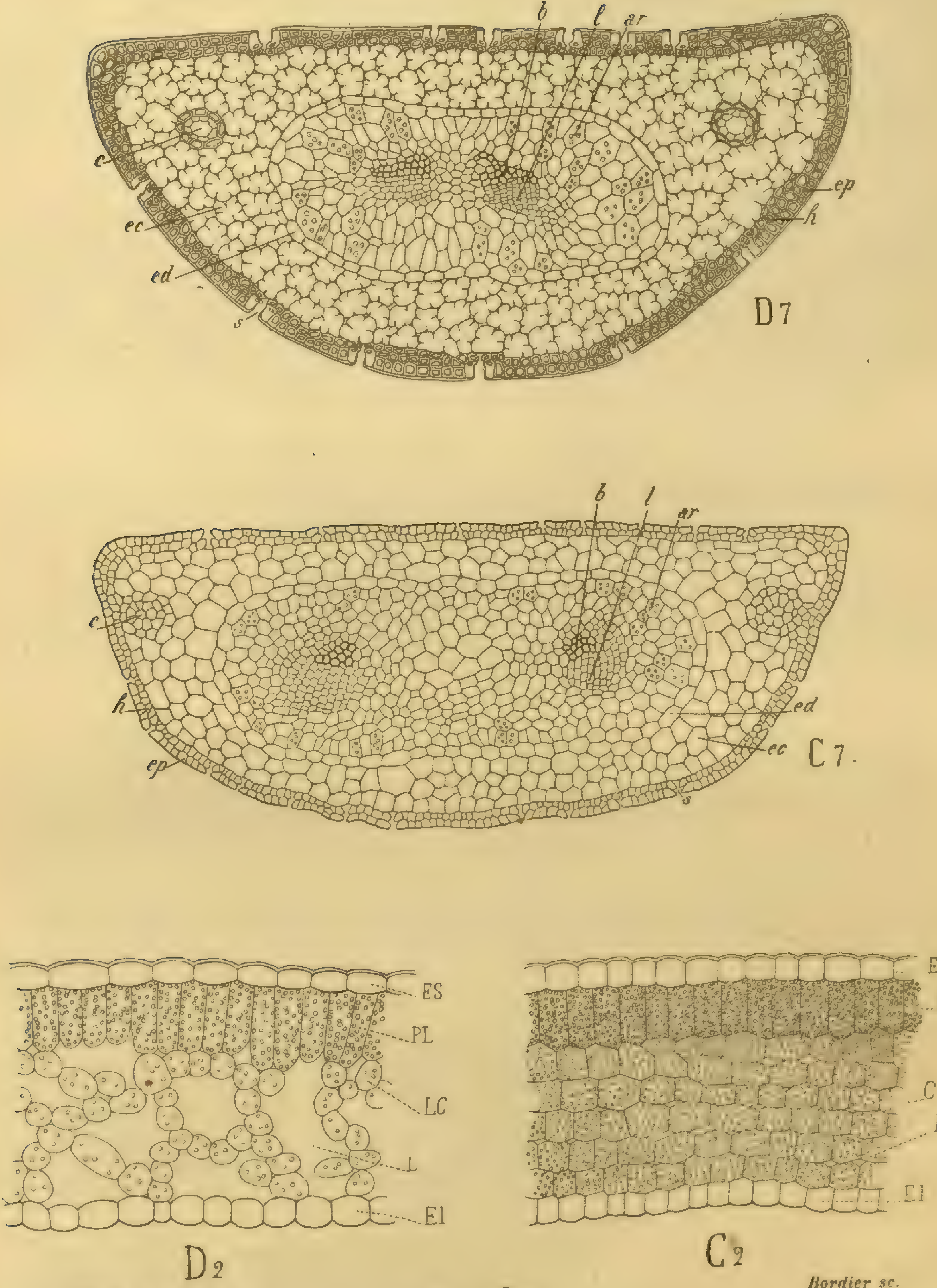
(*A suivre*). HENRI JUMELLE.

Le Gérant, Th. Clerquin.


I
E
CC
C'
E'
L
B
C1
CC''
CC
I
E
en
C'
P
B
L
M
D1

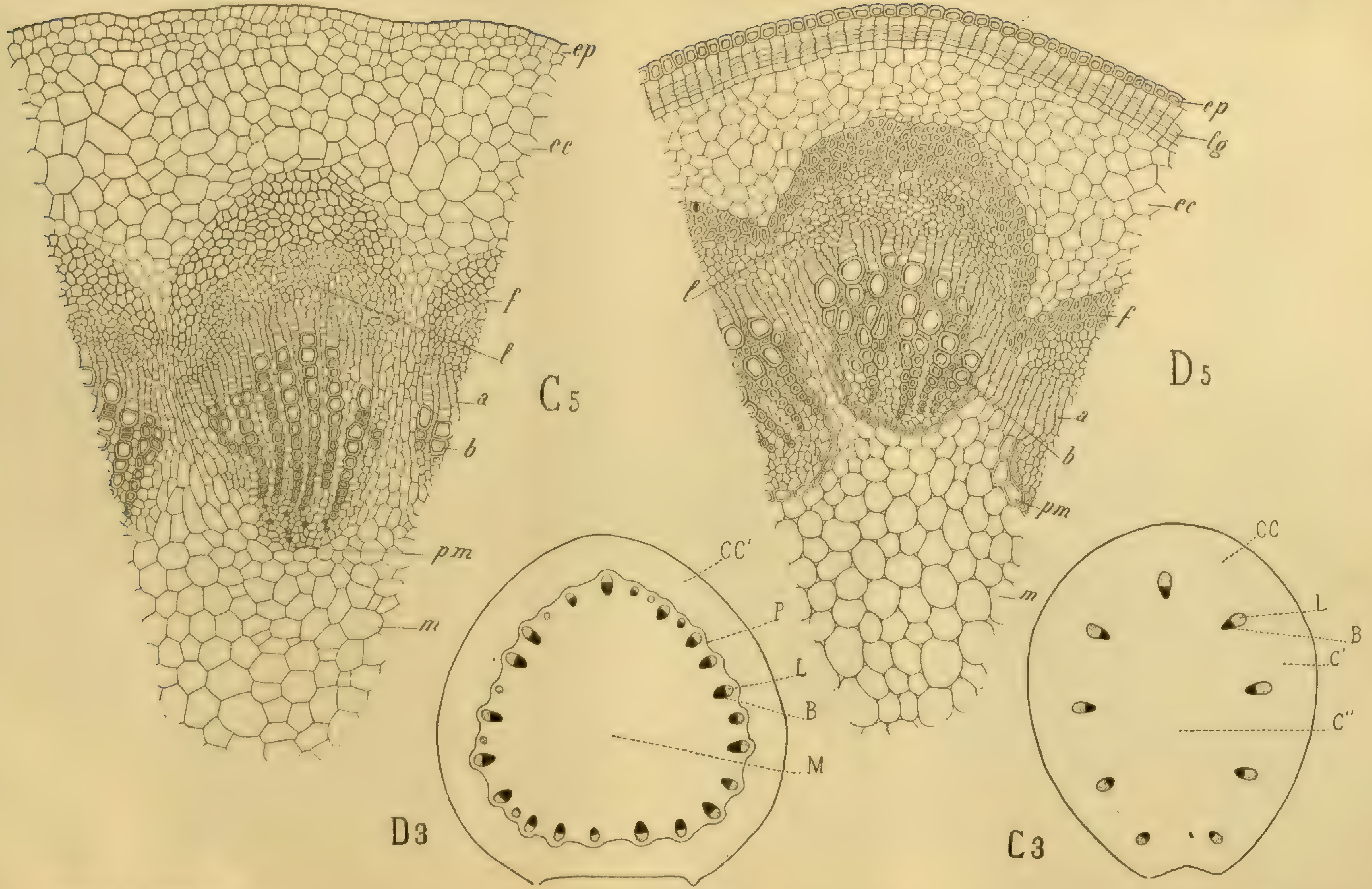
Bonnier et Herincq del. *Imp. Le Bigot.* *Bordier sc.*

Helleborus niger (C1 *lumière continue,* D1 *lumière discontinue*).


b
l
ar
c
ep
h
ec
ed
s
D7
b
l
ar
c
h
ed
ep
ec
C7.
s
ES
PL
LC
L
El
D2
ES
PL
C
L
El
C2

Bonnier et Herincq del. *Imp. Le Bigot* *Bordier sc.*

Pinus austriaca (D$_7$ *lumière discontinue*, C$_7$ *lumière continue*). — *Helleborus niger* (D$_2$ *lumière discontinue*, C$_2$ *lumière continue*).


ep
ec
f
l
a
C 5
b
pm
m
ep
lg
ec
l
f
D 5
a
b
pm
m
CC'
P
L
B
M
D 3
CC
L
B
C'
C''
C 3

Bonnier et Herincq del. *Imp. Le Bigot.* *Bordier sc.*

Fagus silvatica (C_5 *lumière continue*, D_5 *lumière discontinue*) ; *Helleborus niger* (C_3 *lumière continue*, D_3 *lumière discontinue*).

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les six premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de 20 *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des six premiers volumes de la

Revue générale de Botanique :

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — Bornet : *Ectocarpus fulvescens.* — Guignard : Anthérozoïdes. — Bonnier : Végétation de la vallée de Chamonix ; Lichens et protonémas des Mousses; Renonculacées de la Flore de France. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Développement des plantes annuelles. — Kolderup-Rosenvinge : Organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — De Planta : Crosnes du Japon. — De Saporta : Palmiers fossiles. — Dupray : Nouvelle espèce de *Spirogyra.* — Prillieux : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — Dufour : Nouvelle espèce de Chanterelle; Gravure photographique; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — Trabut : *Abies numidica.* — Seignette : Les tubercules. — Costantin : *Alternaria* et *Cladosporium.* — Poulsen : Phanérogame sans chlorophylle. — Masclef : Hellébores.

Revues : Anatomie (Leclerc du Sablon); Champignons (Costantin); Technique (Dufour); Lichens (Hue); Plantes de l'Asie (Franchet); Physiologie végétale (Jumelle); Paléontologie végétale (de Saporta).

Tome II. — *(576 pages, 25 planches et 203 figures dans le texte).* — Battandier et Trabut : *Pancratium Saharæ.* — Curtel : Transpiration et assimilation pendant les nuits norvégiennes. — Flot : Structure de la tige des arbres. — Heckel : Nouvelle espèce de l'Afrique. — Lesage : Feuilles des plantes maritimes. — Bonnier : La vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. — Daguillon : Feuilles des Conifères. — Russell : Cladodes du petit Houx : Appareil sécréteur des Papilionacées ; *Vicia sepium.* — Jumelle : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration. — Brandza : Hybrides. — Leclerc du Sablon : Sommeil des feuilles. — Aubert : Acides organiques chez les plantes grasses. — de Lagerheim : Un parasite de la Vigne. — Daniel : Tannin des Composées. — Franchet : Bambusées à étamines monadelphes. — Poulsen : Grains d'aleurone

Revues : Algues (Flahault) ; Botanique forestière (Henry) ; Paléontologie végétale (de Saporta) ; Physiologie et Chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Anatomie (Leclerc du Sablon) ; Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Plantes de la France (Masclef).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — Brandza : Téguments de la graine. — Russell : Ascidies de Chou. — Devaux : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — Bordet : *Carex.* — Aubert : Appareil de MM. Bonnier et Mangin pour l'analyse des gaz. — Viala : Maladie des greffes boutures ; Maladie des raisins. — Prunet : Perforation des Pommes de terre par le Chiendent. — Fayod : Structure du protoplasma. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes. — Daniel : Influence du drainage et de la chaux. — Bastit : Tige et feuille des Mousses. — Conway Macmilian : Plantes européennes introduites dans le Minnesota. — Trabut : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; *Riella.* — Daniel ; Racines napiformes transitoires. — Costantin : Culture des Basidiomycètes. — Magnin : *Cyclamen europœum.*

Revues : Plantes de la France (Masclef) ; Champignons (Costantin) ; Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Technique (Dufour).

Tome IV. — *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — Trabut : *Quercus Mirbeckii.* — Masclef : *Pteris aquilina* sur le calcaire. — Russell : Inflorescence mâle du Noyer. — Jumelle : Recherches physiologiques sur les Lichens. — Dewèvre et Bordage : Mouvements des végétaux. — Leclerc du Sablon : Tubercules des Equisétacées ; Maladie du Platane. — Prunet : Plantes et insectes. — Hervier : Plantes d'Espagne. — Bonnier : Réviviscence des plantules desséchées ; Variations de pression dans la Sensitive. — Aubert : Respiration et assimilation des plantes grasses. — de Janczewski : *Anemone.* — Jacob de Cordemoy : Liliacée exotique. — Costantin et Dufour : La Môle. — Giard : *Lachnidium acridiorum.* — de Lamarlière : Les feuilles à l'ombre et au soleil.

Revues : Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Anatomie (Prunet) ; Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Plantes de la France (Masclef).

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte).* — Duchartre : *Rosa sericea.* — Bonnier : Transmission de la pression à travers les plantes ; Alphonse de Candolle. — Boudier : Tubercules pileux de certains Agarics. — Prunet : Tubercules de la Pomme de terre. — Russell : Sur les pelotes marines. — Costantin : Convergence des formes conidiennes. — Naudin : Fécondation des *Phœnix.* — Mesnard : Pureté de certaines essences végétales. — Warming : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — De Lamarlière : Développement de quelques Ombellifères. — Magnin : Végétation des lacs du Jura. — Jaccard : La pression des gaz et le développement des végétaux. — Briquet : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — Boulanger : *Matruchotia varians.* — Palladine : Respiration des feuilles vertes et étiolées. — Leclerc du Sablon : Anatomie de la tige de la Glycine. — Lothelier : Les plantes à piquants. — Costantin et Dufour : Action des antiseptiques sur la Môle.

Revues : Lichens (Hue) ; Algues (Flahault) ; Paléontologie végétale (de Saporta) ; Botanique forestière (Henry) ; Bactéries et fermentations (Boutroux).

Tome VI. — *(544 pages, 21 planches et 57 figures dans le texte).* — Daniel : La greffe ; Applications de la greffe herbacée. — Prunet : Propagation du Pourridié. — Flot : Procédés de micrographie. — Houlbert : Propriétés optiques du bois. — Mesnard : Parfums des plantes. — Devaux : A. Merget. — Mer : Chaudron de Sapin. — Naudin : Littoral de la Provence. — Palladine : Rôle des hydrates de carbone dans la résistance à l'asphyxie. — Trabut : *Marsilia* ; *Œdomyces leproïdes.* — De Saporta : *Rhizocaulon.* — Prunet : Répartition des engrais. — Costantin et Matruchot : Vert-de-gris, Plâtre et Chanci. — De Lamarlière : Espèces nouvelles de Sphériacées. — Lund : Dessiccation et respiration des tubercules. — Hy : Inflorences. — Dufour et Hickel : Ennemis du Pin. — Bazot : Géographie botanique de la Côte-d'Or. — Bonnier : P. Duchartre ; Plantes arctiques et plantes alpines.

Revues : Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Algues (Flahault) ; Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Champignons (Costantin).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SEPTIÈME

Livraison du 15 Juillet 1895

N° 79

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1895

LIVRAISON DU 15 JUILLET 1895

I. — INFLUENCE DE LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE CONTINUE SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES PLANTES (avec planches), par **M. Gaston Bonnier** *(suite)* 289

II. — UN NOUVEAU CHOU FOURRAGER (avec figure dans le texte), par **M. L. Daniel** 307

III. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. H. Jumelle** *(suite)*. 315

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 9. — *Elodea canadensis ; Zea Mays.*

PLANCHE 10. — *Picea excelsa ; Taxus baccata.*

PLANCHE 12. — *Carpinus Betulus ; Amygdalus communis ; Fragaria vesca ; Geum urbanum ; Primula officinalis.*

Cette livraison renferme en outre une gravure dans le texte.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

INFLUENCE

DE LA

LUMIÈRE ÉLECTRIQUE CONTINUE

SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES PLANTES

par M. Gaston **BONNIER** *(Suite).*

Amygdalus communis L.

Les figures 2 c et 2 d de la planche 12 représentent les germinations comparées de l'Amandier ; on voit qu'à la lumière continue la tige est plus épaisse. Les premières feuilles s'y développent en filets étroits et épais, plus ou moins tortillés sur eux-mêmes, et ce n'est qu'un peu plus tard que le bourgeon terminal produit des feuilles de forme normale. Toutes ces feuilles, imparfaites ou non, sont d'ailleurs plus vertes qu'à la lumière discontinue. On observe pour la structure les différences suivantes :

1° *Structure de la tige.* — La tige principale a été coupée sur des plantules en germination au milieu du troisième entre-nœud. On constate à la lumière continue, une épaisseur plus grande du diamètre total ; un épiderme à cuticule peu épaisse et à cellules peu différentes de celle de l'écorce ; un tissu cortical non divisé en deux zones, à cellules qui sont restées polyédriques et cohérentes, au lieu de s'arrondir et de se disjoindre comme à la lumière discontinue ; les éléments de cette écorce sont tous semblables et ne forment pas deux zones distinctes.

Le liber est un peu moins différencié et les fibres, nettement marquées entre les vaisseaux de l'échantillon normal, sont peu lignifiés, tandis que les vaisseaux le sont presque autant qu'à la lumière discontinue.

A l'obscurité, la structure est assez analogue à celle de la lumière continue, mais il n'y a plus aucune différenciation dans le liber ni aucune trace de fibres et les faisceaux restent presque partout distincts.

2° *Structure de la feuille.*— La coupe du pétiole de la seconde feuille fait voir aussi une simplification analogue dans la structure et le limbe renferme beaucoup plus de chlorophylle.

Fragaria vesca L.

A la lumière continue les feuilles de cette espèce étaient plus vertes, à limbe moins développé et plus épais, à pétiole plus gros. La figure 3 de la planche 12 représente une de ces feuilles.

Structure de la feuille. — Une section faite au milieu du pétiole est toujours beaucoup plus large à la lumière continue. L'épiderme a les cellules plus grandes, plus allongées perpendiculairement à la surface du pétiole et trois ou quatre assises sous-jacentes ont aussi des cellules d'un calibre plus grand; il en est de même des éléments du tissu cortical, de telle sorte que le pétiole est élargi par l'augmentation du volume de chaque cellule et non par un plus grand nombre d'éléments. Les fibres péricycliques des trois faisceaux ne sont pas lignifiés comme dans l'échantillon normal, le bois seul reste lignifié.

Le limbe des feuilles a un mésophylle entièrement compact dont toutes les cellules sont remplies de chlorophylle; on n'y voit presque pas de différenciation entre ces cellules, tandis que dans l'échantillon normal il y a une différenciation très nette en tissu palissadique et en tissu lacuneux.

Geum urbanum L.

La figure 4 D de la planche 12 représente une feuille développée à la lumière discontinue; la figure voisine 4 C une feuille comparable à la lumière continue; dans cette dernière le pétiole est plus épais, le limbe moins étalé,plus réduit et plus vert.

Structure de la feuille. — Les parties comparables du limbe font voir, à la lumière continue, un tissu en palissade à cellules plus larges, moins différentes des autres, la chlorophylle répandue presque uniformément dans tout le mésophylle, l'épiderme moins différencié ainsi que le tissu parenchymateux qui entoure le dos ou faisceau de la nervure médiane.

A l'obscurité, le limbe est beaucoup plus épais et toutes les cellules du mésophylle presque semblables entre elles.

Les coupes, faites à la base du pétiole montrent qu'à la lumière continue tous les éléments, sauf ceux des faisceaux libéro-ligneux, sont notablement plus grands ; les assises sous-épidermiques sont moins différenciées ; l'endoderme des faisceaux est moins marqué et le liber a une structure plus serrée. La chlorophylle est plus abondante et se montre jusque dans les couches profondes du pétiole.

— Le *Potentilla verna* L. et le *Rubus fruticosus* L. ont fait voir des différences analogues.

Senecio Jacobæa L.

Des pieds de cette espèce récoltés à Fontainebleau ont été cultivés à différents éclairements.

1° *Structure de la tige.*— Des sections comparables de la tige font voir à la lumière continue une écorce moins épaisse par rapport au diamètre du cylindre central, un endoderme et un liber moins différencié, des vaisseaux du bois lignifiés, d'un calibre un peu plus grand. Il y avait de la chlorophylle jusque dans les cellules de la moelle.

A l'obscurité, il n'y a pour ainsi dire pas de formations secondaires; les cellules du tissu cortical ressemblent à celles de la moelle et il n'y a que quelques vaisseaux du bois par cellule.

2° *Structure de la feuille.* — Le limbe de la feuille à la lumière continue offre un mésophylle à quatre ou cinq assises de cellules formant un tissu serré rempli de chlorophylle; l'assise qui est du côté de la face supérieure affecte très légèrement la forme palissadique, tandis qu'à la lumière discontinue la différenciation de ce mésophylle est beaucoup plus accentuée.

A l'obscurité, le mésophylle n'offre aucune différenciation.

— Le *Leucanthemum vulgare* Lam., cultivé comparativement, offre des modifications analogues. Les figures 14 N et 14 C de la planche 14 représentent des pousses de cette espèce cultivée dans les mêmes conditions à l'obscurité et à la lumière continue. On voit qu'à la lumière continue 14 C la plante est moins grande et présente des feuilles dont le limbe est moins réduit.

L'*Achillea Millefolium* L., dont la figure 15 de la planche 14 représente une pousse développée à la lumière continue, a aussi présenté des différences similaires.

Solidago Virga-aurea L.

Des touffes de cette espèce ont été divisées en plusieurs parties semblables et chacune de ces parties a été exposée à des éclairements différents.

1° *Structure de la tige.* — Des coupes comparables de la tige font voir les différences suivantes dans l'échantillon éclairé à la lumière continue :

Les assises sous-épidermiques, distinctes dans l'échantillon normal, sont devenues semblables aux autres assises corticales, ce qui rend l'épiderme plus différent de ces assises. L'endoderme est moins différencié. Le fonctionnement de l'assise génératrice est retardé. Le péricycle, le liber et la zone périmédullaire sont moins différenciés. Le bois est à peu près aussi lignifié et les vaisseaux sont d'un calibre un peu plus grand que ceux qui leur correspondent dans l'échantillon à la lumière discontinue. On trouve de la chlorophylle dans tout le tissu cortical, y compris l'endoderme.

2° *Structure de la feuille.* — Dans les parties similaires, le limbe montre à la place du tissu lacuneux qui est très différencié dans l'échantillon normal, un tissu compact et à peine méatique ; l'assise en palissade est formée de cellules plus courtes, plus larges que l'échantillon normal, et toutes les cellules du mésophylle sont également bourrées de chlorophylle.

Tanacetum vulgare L.

Cette espèce, cultivée comme la précédente, a subi les modifications suivantes :

1° *Structure de la tige.*— Si l'on compare des coupes transversales de la tige, au milieu de deux entre-nœuds comparables, on voit les différences suivantes pour la plante à la lumière continue :

Le contour général de la section est arrondi au lieu d'être anguleux; l'épiderme a des cellules plus grandes et plus saillantes vers l'extérieur; l'assise génératrice sur la section, au lieu d'être contournée en arceau à chaque faisceau, est presque circulaire; enfin la moelle est un peu plus grande et la chlorophylle remplit toutes les cellules du tissu cortical jusqu'à l'endoderme compris.

Une tige comparable, cultivée à l'obscurité, fait voir une écorce beaucoup plus petite par rapport à la moelle; les faisceaux y demeurent séparés sans aucune trace d'assise génératrice entre les faisceaux.

2° *Structure de la feuille.* — La coupe du pétiole de la feuille fait voir, à la lumière continue, une plus grande épaisseur du tissu cortical, l'épiderme un peu moins différencié, les trois ou quatre assises épidermiques qui, à la lumière discontinue, sont très différenciées, demeurant à peu près semblables au reste du parenchyme, et l'endoderme des faisceaux moins nettement marqué.

A l'obscurité, la coupe correspondante du pétiole offre une différenciation bien moindre, les vaisseaux du bois y sont à peine lignifiés.

— Le *Bellis perennis* L. et le *Petasites vulgaris* Desf., ont présenté des modifications du même ordre.

Centaurea Jacea L.

Des touffes comparables de cette espèce, exposées à divers éclairements, ont subi les modifications suivantes :

1° *Structure de la tige.* — A la lumière continue, la tige offre un contour plus arrondi qu'à la lumière discontinue. Cette modification se retrouve dans l'assise génératrice qui est moins contournée. L'épiderme a des parois moins épaisses ; le tissu cortical a des éléments plus nombreux, plus grands, remplis de chlorophylle jusqu'à l'endoderme; le péricycle des faisceaux a des cellules à parois plus minces ; les vaisseaux du bois sont bien lignifiés et d'un calibre un peu plus grand ; la zone périmédullaire est moins marquée et ses éléments ressemblent plus à ceux du tissu cortical.

La tige, cultivée de la même manière, à l'obscurité, fait voir une différenciation beaucoup moindre et des faisceaux libéro-ligneux très réduits.

2° *Structure de la feuille.*— Le limbe de la feuille a un mésophylle très différencié à la lumière discontinue ; il y a plusieurs rangées de palissades à cellules étroites et un tissu lacuneux à cellules arrondies bien caractérisées. Cette différenciation s'atténue considérablement à la lumière continue, où on distingue dans le limbe environ trois assises qui correspondent aux cellules en palissade, et quatre ou cinq assises qui correspondent au tissu lacuneux ; mais le tout forme un tissu compact et chlorophyllien.

Hieracium Pilosella L.

A la lumière continue, le limbe de la feuille a une côte médiane très épaissie, parcourue par cinq à sept faisceaux libéro-ligneux, tandis que dans l'échantillon normal la région correspondante n'en possède que un ou trois. Le reste du limbe a une structure très simple et le mésophylle y est formé par cinq à sept assises de cellules cohérentes entre elles, sans qu'on y trouve la moindre trace de la différenciation très nette, en tissu palissadique et en tissu lacuneux qui existe dans l'échantillon normal. Tous les tissus de la feuille, y compris les cellules très développées du parenchyme de la côte médiane, sont remplis de grains de chlorophylle.

— Le *Taraxacum Dens-leonis* Desf. et le *Lactuca sativa* L. ont présenté des modifications du même genre.

Primula officinalis Jacq.

Des pieds semblables de cette espèce, recueillis à Fontainebleau, ont été mis en pots et exposés à la lumière continue, à la lumière discontinue et à l'obscurité.

Les fig. 5 N et 5 C de la planche 12 font voir des feuilles développées dans les mêmes conditions, sauf que celle représentée en 5 N était maintenue à l'obscurité et celle représentée en 5 C était à la lumière électrique continue.

La comparaison de ces deux figures met en évidence l'allongement plus grand de ces feuilles de la base, à l'obscurité qu'à la lumière continue faible.

Le pétiole des feuilles comparables est beaucoup plus renflé à la lumière continue qu'à la lumière discontinue ; cela tient surtout à la grandeur du tissu cortical. Le péricycle des trois faisceaux est à peine différencié. Le bois a des vaisseaux d'un calibre sensiblement plus large.

Les mêmes différences se retrouvent dans les nervures principales des feuilles. Quant au mésophylle du limbe, il est moins différencié et à tissu compact, à la lumière continue.

Fraxinus excelsior L.

Un certain nombre de jeunes arbres de cette espèce, aussi semblables que possible, ont été exposés à l'obscurité et à divers éclairements ; ils se sont très bien développés (sauf à l'obscurité), et leurs pousses d'un an ont permis d'établir des comparaisons intéressantes de leurs structures aux diverses lumières.

1° *Structure de la tige.* — A la lumière continue, la tige, au bout de la première année, ne s'est pas différenciée de la même manière qu'à la lumière discontinue normale. Les formations secondaires subissent un retard considérable et les éléments sont restés disposés presque comme à l'état jeune, tout en prenant leur grandeur définitive ou en se lignifiant. Il s'en suit que la coupe transversale de la tige, au bout d'une saison à la lumière continue, ressemble à une coupe pratiquée tout près de l'extrémité supérieure d'une branche normale, mais avec cette différence que les cellules, au lieu d'être jeunes et en voie de division, y ont atteint leur structure définitive de première année.

Tandis qu'au bout du même temps, et à la même température, la branche normale a un liège continu sous l'épiderme, une assise génératrice libéro-ligneuse très développée, des fibres péricycliques sclérifiées et une zone périmédullaire nettement différenciée, on ne trouve, à la lumière continue, ni liège, ni fibres péricycliques, ni zone périmédullaire nettement marquée. L'assise génératrice libéro-ligneuse est continue, mais peu active, et ne présente guère plus de cloisonnements qu'à l'extrémité d'une pousse normale.

A la lumière électrique discontinue, sauf une moindre lignification et des fibres péricycliques moins marquées, la structure ressemble beaucoup plus à la structure normale qu'à celle qu'on observe à la lumière continue.

En maintenant les tiges à l'obscurité complète, toujours à la même température, on observe une structure qui se rapproche au contraire de celle de la lumière continue, mais avec suppression de la chlorophylle, avec une écorce relativement plus grande par rapport au diamètre de la moelle et une lignification beaucoup moins marquée.

Enfin, si sur une branche normale on pratique une série de coupes, depuis l'extrémité jusqu'au milieu de la branche, on trouve successivement tous les intermédiaires entre une structure analogue à celle que donne la lumière continue et une structure identique à celle que donne l'éclairement discontinu.

2° *Structure de la feuille.* — Les modifications observées dans la structure, en comparant des coupes des parties homologues de folioles semblables sont du même ordre que celles signalées précédemment : structure plus simple et abondance de chlorophylle dans les feuilles développées à la lumière continue.

Verbascum Thapsus L.

Des plants de cette espèce recueillis après leur première année, à Fontainebleau, ont été mis en pots à l'automne et exposés au printemps suivant, à divers éclairements.

Les feuilles nouvelles qui ont poussé à la lumière continue étaient d'un vert plus intense que les feuilles comparables qui se sont développées à la lumière continue.

Un accident arrivé à ces cultures m'a empêché d'en faire l'étude anatomique.

Scrofularia nodosa L.

Des pieds de cette espèce, mis en pots comme les plantes précédentes, se sont bien développés à divers éclairements.

1° *Structure de la tige.* — Des sections comparables montrent, à la lumière continue, les caractères suivants :

Les angles de la tige sont plus arrondis et moins saillants. Les cellules du tissu cortical sont plus grandes, plus isodiamétriques et plus semblables à celles de la moelle, y compris les cellules de l'endoderme. Enfin, l'assise génératrice a une activité beaucoup moindre et les fibres péricycliques ne sont pas différenciées.

2° *Structure de la feuille.* — Dans le limbe, l'assise en palissade ressemble beaucoup plus aux autres qu'à la lumière discontinue et le tissu lacuneux est remplacé par un tissu compact à éléments polyédriques.

Veronica officinalis L.

De nombreux pieds de cette espèce, semblables entre eux, ont été également mis en pots à l'automne; ils provenaient de la même station dans la forêt de Fontainebleau. Leur étude comparée a donné les résultats suivants :

1° *Structure de la tige.* — Une section de la tige, au mileu de deux entre-nœuds comparables, fait voir dans la plante éclairée à la lumière continue, par rapport à la plante normale développée à la même température, les différences suivantes :

Le rapport de l'épaisseur de l'écorce au diamètre du cylindre central est plus grand; l'épiderme et l'assise sous-épidermique ont des cellules moins différentes de celles du tissu cortical; ce dernier a des cellules plus grandes; le liber est moins différencié; les vaisseaux du bois sont bien lignifiés, mais les fibres ligneuses qui les séparent sont remplacées par des cellules ordinaires; la zone périmédullaire, qui est formée de cellules beaucoup plus étroites dans l'échantillon normal, est à peine indiquée ; enfin la moelle a des cellules plus grandes qui présentent entre elles moins de lacunes. De plus, dans l'échantillon à la lumière continue, on trouve de la chlorophylle dans presque toutes les assises de l'écorce.

2° *Structure de la feuille.* — Le limbe de la feuille présente, à la lumière continue, un épiderme moins différent des autres assises, à parois moins épaisses; le mésophylle est formé par cinq ou six assises de cellules semblables, toutes également bourrées de chlorophylle; enfin la partie du limbe qui avoisine la nervure médiane est plus épaisse; ce dernier caractère se retrouve chez les feuilles de la même plante cultivée à l'obscurité, toutes les autres conditions étant les mêmes.

— Le *Linaria Cymbalaria* Mill., cultivé de la même manière, a donné des différences analogues. Cette espèce a bien fleuri et fructifié à la lumière électrique.

Teucrium Scorodonia L.

Cette plante, cultivée comme les précédentes, a montré, à la lumière continue, pour la tige et pour les feuilles, aussi bien en morphologie extérieure qu'en anatomie, des caractères intermédiaires entre ceux qu'on observait à la lumière discontinue et à l'obscurité, sauf pour l'abondance des grains de chlorophylle.

Stachys tuberifera Naud.

Cette espèce a été étudiée particulièrement par M. Léon Dufour (1), au Laboratoire que j'ai installé aux Halles.

Les figures 18 *d* et 18 *c* de la planche 15 représentent deux des exemplaires cultivés, le premier à la lumière discontinue normale, le second à la lumière électrique continue.

On voit, en 18 *c*, que le tubercule a produit une tige renflée presque aussi grosse que lui, dans laquelle ont émigré les substances nutritives.

M. Dufour, ayant fait des coupes comparables dans ces deux types, a montré que la structure était très simplifiée à la lumière continue; il a trouvé de la chlorophylle dans toutes les cellules, même dans celles qui sont au centre de la moelle; toutefois, la proportion des grains de chlorophylle allait en diminuant depuis la périphérie jusqu'au centre.

Plantago lanceolata L.

Des cultures ayant été faites avec cette espèce ont montré qu'à la lumière continue, le limbe ne diffère guère du limbe normal que par une plus grande abondance de chlorophylle et le tissu plus serré du mésophylle.

Polygonum Fagopyrum L.

Le Sarrasin a été cultivé par semis à la lumière discontinue, à la lumière continue et à l'obscurité.

---

(1) Léon Dufour : *Influence de la lumière électrique continue sur les tubercules de Crosnes du Japon* (Comptes rendus de la Société de Biologie, 1893).

Les tiges et les feuilles avaient à la lumière continue une grande abondance de chlorophylle, avec une structure se rapprochant un peu de celle qu'on observait à l'obscurité.

Euphorbia Cyparissias L.

Des pieds de cette espèce, aussi semblables que possible, choisis parmi les échantillons indemnes de toute attaque d'Urédinée, ont été mis en pots à l'automne et exposés au printemps suivant, et pendant toute la saison, aux divers éclairements; j'y ai trouvé les différences suivantes :

1° *Structure de la tige.* — L'épiderme, à la lumière continue, a des cellules tabulaires (elles sont presque isodiamétriques dans l'échantillon normal) ; l'écorce est moins épaisse et ses cellules polyédriques ne présentent entre elles presque pas de méats, tandis que dans l'échantillon normal les cellules corticales sont devenues arrondies et forment çà et là des trabécules séparés par des lacunes. L'assise génératrice fonctionne très tardivement. Les parois des laticifères sont beaucoup moins distinctes de celles des autres éléments. Le bois est bien lignifié, mais moins abondant. Enfin la moelle, au lieu de former un tissu réticulé comme à la lumière discontinue, est presque partout compacte.

A l'obscurité, la structure est encore plus simple, mais la moelle a un plus grand diamètre par rapport au cylindre central.

2° *Structure de la feuille.* — Le limbe de la feuille, à la lumière continue, ne présente pas les lacunes qu'on observe à la lumière discontinue et renferme une chlorophylle beaucoup plus abondante.

— L'*Euphorbia silvatica* L., cultivé de la même manière, a donné les mêmes différences de structure.

Ulmus campestris L.

Les Ormes, cultivés à la lumière continue, étaient placés à six mètres des lampes, à une lumière relativement assez faible. Au début du développement, leurs bourgeons se sont développés en pousses dressées, un peu inclinées du côté des lampes, au début, elles avaient l'aspect de pousses étiolées, mais non blanchâtres, et montraient au contraire une couleur verte intense.

La figure 12 (planche 14) fait voir l'aspect de ces pousses au début. Plus tard, les feuilles grandissaient en prenant un ton vert un peu bleuâtre; les rameaux nouveaux étaient plus épais et les feuilles plus réduites qu'à la lumière discontinue.

L'étude de la structure a montré des différences analogues à celles que je vais décrire pour le Hêtre, où je l'ai étudiée avec plus de détails.

Fagus silvatica L.

Cet arbre, cultivé en pots exposés à des éclairements différents, a donné des différences intéressantes, surtout pour la tige.

1° *Structure de la tige.* — Les figures C_5 et D_5 (pl. 8) représentent un fragment de la coupe transversale d'une pousse feuillée d'un an, chez le Hêtre; des coupes étaient faites dans les deux cas, lorsque les feuilles ont achevé leur développement. On voit que l'épiderme *ep* a des cellules épaissies à la lumière discontinue (fig. D_5), des parois minces à la lumière continue (fig. C_5). Remarquons d'ailleurs que cette suppression de l'épaississement des parois à la lumière continue n'est pas générale pour tous les tissus, car on peut voir en comparant les deux figures, que les parois des vaisseaux du bois *b*, sont à peu près aussi épaisses et aussi lignifiées dans les deux cas.

Au-dessous de l'épiderme, le liège *l* est déjà très développé à la lumière discontinue, alors qu'il n'en existe pas encore trace à la lumière continue. Le reste du tissu cortical *ec* présente peu de différences. Les fibres péricycliques *f*, très épaissies et très lignifiées dans la structure normale, ont leurs parois lignifiées, mais beaucoup plus minces à la lumière électrique continue.

Il en est de même de la zone périmédullaire *pm* et des fibres ligneuses qui séparent les files de vaisseaux.

Les faisceaux libéro-ligneux sont plus rapidement réunis entre eux par l'assise génératrice secondaire *a* dans la structure normale; à la lumière continue les faisceaux restent bien plus longtemps distincts (fig. C_5).

Le liber *l* est visiblement plus différencié dans le premier cas que dans le second et possède de plus nombreux tubes criblés.

Quant au bois *b* il offre un aspect très différent dans les deux cas, non seulement à cause de l'absence de fibres ligneuses à la lumière continue, mais encore par la disposition même que présentent les files de vaisseaux sur une coupe transversale à la lumière continue ; sauf quelques vaisseaux internes annelés et spiralés, les vaisseaux sont disposés en files régulières et ininterrompues. La comparaison des deux figures fait voir nettement cette différence.

Enfin, la moelle *m* ne présente plus, à la lumière continue, les nombreux méats intercellulaires qu'on observe dans la structure normale.

2° *Structure de la feuille.* — Des coupes transversales pratiquées dans des régions comparables du limbe de la feuille adulte font voir qu'à la lumière continue, les tissus sont moins différenciés qu'à la lumière discontinue ; en particulier, le tissu non palissadique n'a presque pas de lacunes et les cellules en palissade ont une différence moins grande entre leur longueur et leur largeur.

Carpinus Betulus L.

Les figures 1 C et 1 D de la planche 12 font voir deux fragments de Charme, le premier développé à la lumière continue, le second à à la lumière discontinue, toutes les autres conditions restant les mêmes.

On voit que les pousses sont plus courtes à la lumière continue et les feuilles moins étalées.

Les différences de structure de la tige et de la feuille sont analogues aux précédentes.

— Le *Corylus Avellana* L., cultivé dans les mêmes conditions, a donné des modifications semblables.

Populus alba L.

Des Peupliers provenant de la pépinière de Courbuisson (forêt de Fontainebleau) ont été mis en pot. De nombreux exemplaires semblables ont été exposés à la lumière normale, à la lumière électrique discontinue, à la lumière électrique continue et à l'obscurité.

Les pousses nouvelles n'ont pas pu achever leur développement complet à l'obscurité, mais elles se sont développées, différenciées et ont donné des bourgeons bien constitués pour l'année suivante aux divers éclairements.

A la lumière électrique continue, les feuilles âgées, naturellement débarrassées de leurs poils, étaient les plus vertes qu'à l'état normal ; les pousses étaient plus courtes et plus épaisses.

L'étude de la structure a montré les différences suivantes :

1° *Structure de la tige.* — A la lumière continue, la section transversale au milieu de la pousse d'un an fait voir dans cet arbre des modifications analogues à celles que j'ai décrites plus haut pour le Frêne. On retrouve au sommet de la jeune pousse de l'échantillon normal une structure dont la disposition est la même que celle offerte par le milieu de la pousse d'un an à la lumière continue.

Si l'on compare cette dernière à la section correspondante de la tige normale, on y trouve le tissu cortical non différencié, à grandes cellules analogues à celles de la moelle et les vaisseaux du bois à calibre plus large. La chlorophylle est répandue dans toute l'écorce et même dans les cellules périphériques de la moelle.

2° *Structure de la feuille.* — Des modifications analogues aux précédentes s'observent dans la structure du pétiole et des nervures principales des feuilles. Dans le limbe les deux ou trois assises palissadiques sont à cellules plus larges et moins différentes des éléments du tissu sous-jacent.

— Le *Betula alba* L. a présenté des différences analogues.

Convallaria maialis L.

Des pieds semblables de Muguet récoltés au premier printemps, à Meudon, se sont bien développés aux divers éclairements.

A la lumière continue la gaîne foliaire a un tissu cortical plus homogène, à cellules dont les parois sont plus minces et beaucoup plus riches en chlorophylle ; l'épiderme est toujours très distinct ; le liber des faisceaux libéro-ligneux est un peu moins différencié et le bois est bien lignifié.

Le limbe de la feuille n'offre pas de très grandes différences, si ce n'est toujours l'épaisseur moindre des parois des cellules du mésophylle et la plus grande abondance de chlorophylle.

A l'obscurité ce mésophylle n'est pas du tout différencié.

— Le Sceau-de-Salomon (*Polygonatum vulgare* Desf.) a offert des modifications semblables aux précédentes.

Hyacinthus orientalis L., Crocus vernus All. et **Tulipa Gesneriana L.**

Ces trois espèces, qui fleurissent facilement aux divers éclairements, et qui présentent des teintes variées, ont été cultivées à la lumière discontinue et à la lumière continue, surtout pour observer les différences de tons qui se produisaient.

Pour chaque série d'expériences, on cultivait des bulbes qui avaient donné l'année précédente, à la lumière normale, des fleurs exactement de même nuance.

Un premier lot était éclairé à la lumière électrique de 6 heures du matin à 6 heures du soir et recouvert d'écrans qui le maintenaient à l'obscurité de 6 heures du soir à 6 heures du matin.

Un second lot était laissé à la lumière électrique continue ; il était placé exactement à la même distance des lampes que le premier lot.

Un troisième lot était à la lumière normale, dans une étuve à fenêtre, les autres conditions restant sensiblement les mêmes.

Le résultat que nous avons constaté en étudiant les teintes des feuilles, s'observait aussi pour les fleurs. Les fleurs de même nuance primitive devenaient notablement plus foncées à la lumière électrique continue qu'à la lumière électrique discontinue. L'étude anatomique des corolles a confirmé cette différence, en faisant voir que l'augmentation de teinte n'était pas seulement superficielle, mais se montrait très sensible encore dans les éléments internes des pétales.

De plus, les inflorescences de Jacinthe étaient plus condensées, les pédoncules de Tulipes ou de Crocus plus courts.

Il est à remarquer que les fleurs qui avaient acquis ainsi des teintes plus foncées à la lumière électrique continue, les perdaient en 3 à 5 jours si on les exposait ensuite à la lumière diffuse normale.

Elodea canadensis Rich.

Les plantes aquatiques submergées sont, en général, à peine modifiées par l'éclairement continu ou discontinu, solaire ou électrique. J'en donnerai pour exemple l'*Elodea canadensis*. Les exemplaires cultivés comparativement dans de l'eau maintenue à la même température, ont montré à l'éclairement continu des entrenœuds plus longs et des tiges plus étroites qu'à la lumière discontinue électrique ou normale. Mais les feuilles avaient sensiblement la même forme et la même grandeur dans tous les cas.

1° *Structure de la tige.* — Les tiges, plus étroites à la lumière continue, offrent, en coupe, une disposition réduite de la structure à la lumière discontinue. On voit, par exemple, que la figure C_4, pl. 9 (lumière continue) représentant la coupe transversale de la tige, au milieu d'un entre-nœud, n'est pour ainsi dire que la coupe homologue représentée par la figure D_4, pl. 9 (lumière discontinue).

2° *Structure de la feuille.* — L'identité est encore plus grande dans la structure qu'offrent les coupes transversales de la feuille dans les deux cas. Ni dans les deux assises qui constituent presque tout le limbe de la feuille, ni dans les quelques cellules sclérenchymateuses de bordure, ni dans le faisceau, on ne peut remarquer de différences notables, sauf la plus grande quantité de chlorophylle.

— Le *Potamogeton fluitans* Roth, s'est aussi très bien développé dans l'aquarium à la lumière continue. Il a présenté une structure sensiblement identique à celle qu'il offre à la lumière discontinue.

Zea Mays L.

Des graines de Maïs issues de la même plante, ont été semées comparativement et dans les mêmes conditions aux divers éclairements et à l'obscurité (fig. 8c et 8d de la pl. 13).

Structure de la feuille. — Les figures C_6 et D_6 de la planche 9 représentent deux fragments comparables de feuille avec la coupe transversale des faisceaux médians homologues. On voit qu'à la lumière continue (fig. C_6) l'épiderme E P est à cellules moins épaisses, le collenchyme silicifié S qui est entre l'épiderme et les faisceaux est moins différencié, l'endoderme du faisceau ED est plus semblable aux cellules voisines de l'écorce CC ; quant à la différenciation interne du faisceau libéro-ligneux L, elle est sensiblement la même dans les deux cas. Enfin la chlorophylle est plus abondante à la lumière continue, et on en trouve même dans les cellules du collenchyme.

A l'obscurité, la partie comparable de la feuille montre : un épiderme sans cuticule développée ; des cellules entre l'épiderme et le faisceau ; à parois aussi minces que les cellules ordinaires du mésophylle et un faisceau libéro-ligneux peu différencié.

— Le *Triticum sativum* Lam. (fig. 6D et 6C, pl. 13) et l'*Hordeum vulgare* L., semés dans les mêmes conditions, ont présenté des modifications du même ordre.

Picea excelsa Link.

Des Epicéas aussi semblables que possible ont été mis en pots et exposés à la lumière continue et à la lumière discontinue normale. J'y ai observé les différences suivantes :

1° *Structure de la feuille.* — Les figures C_8 et D_8 de la planche 10 représentent des coupes transversales de deux feuilles comparables ayant achevé leur différenciation au bout d'un an, la première à la lumière discontinue normale, la seconde à la lumière électrique continue.

Ce qui frappe tout d'abord dans l'aspect comparé de ces deux coupes, c'est que les ondulations des parois des cellules de l'écorce EC, qui sont caractéristiques du genre *Picea*, ont complètement disparu à la lumière continue (fig. C_8).

D'autre part, à la lumière continue, l'épiderme (EP, fig. C_8) n'est presque plus épaissi. Les cellules sous épidermiques HG, ne sont pas lignifiées non plus et au lieu de former une couche continue (H, fig. C_8) ne se trouvent que çà et là avec une ébauche de différenciation.

Les canaux sécréteurs C (fig. C_8) sont moins différenciés et c'est dans le cylindre central F qu'on observe le moins de modifications. Ajoutons que la chlorophylle est beaucoup plus abondante dans toutes les cellules de l'écorce à la lumière continue et qu'on en trouve même dans l'endoderme.

2° *Structure de la tige.* — Au même âge et à la même température, par une section faite au milieu de la pousse d'un an, on voit qu'à la lumière continue, la structure de la tige a subi dans ses formations secondaires un retard considérable. Les faisceaux libéroligneux restent longtemps distincts entre eux et leur épaisseur dans le sens radial est plus de trois fois moindre qu'à la lumière discontinue normale. D'autre part, l'échantillon à la lumière continue présente, par rapport à l'autre, les différences suivantes :

L'épiderme a une cuticule très mince; le tissu cortical n'est pas différencié, ni vers les assises sous-épidermiques, ni du côté de l'endoderme; la zone périmédullaire est également moins marquée.

(A suivre).

UN NOUVEAU CHOU FOURRAGER

par M. L. DANIEL.

Habitant un pays essentiellement agricole et m'occupant depuis longtemps d'agriculture théorique et pratique, j'ai pu constater trop souvent la difficulté qu'éprouvent les cultivateurs à nourrir leur bétail à la fin de l'hiver et au commencement du printemps.

C'est pour eux une période de transition des plus difficiles à franchir, car les racines et les fourrages secs sont alors presque entièrement consommés, et, pour peu que se prolonge l'hiver, les fourrages verts de printemps n'arrivent plus à les remplacer en temps opportun.

Les seuls fourrages verts, ou du moins les premiers dont le cultivateur puisse disposer à cette époque, ce sont les Choux et les Navets, et la valeur alimentaire de ces plantes est en rapport direct avec la quantité et la qualité des réserves accumulées dans la racine ou la tige.

Or, tous les Choux à tiges ou à racines tuberculeuses gêlent facilement, et peuvent causer ainsi une perte sérieuse : tel le Moellier, que l'on ne peut conserver qu'exceptionnellement dans les hivers fort doux et que l'on rentre ordinairement en grange à l'automne, ce qui lui fait perdre une partie de sa valeur alimentaire.

La création d'un *Moellier de printemps*, autrement dit d'une variété tuberculeuse *résistant au froid* et pouvant par suite donner au printemps une récolte *abondante* et *sûre*, rendrait donc à l'agriculture française des services considérables, et cela tout aussi bien dans les hivers doux que dans les hivers rigoureux.

Je viens d'obtenir, à la suite de greffes raisonnées faites entre diverses variétés de Choux, une variété nouvelle de Chou qui présente ces avantages, c'est-à-dire qu'elle possède une moelle bien développée résistant aux froids.

La méthode que j'ai employée pour obtenir ce résultat pouvant donner lieu à d'autres applications pratiques intéressantes, je vais la décrire brièvement.

J'ai démontré par mes recherches antérieures sur la greffe, recherches qui ont paru en grande partie dans cette Revue, que, contrairement aux idées admises jusqu'ici, *le sujet influe plus ou moins sur la postérité du greffon* et que cette influence est surtout marquée dans la famille des Crucifères.

Cette influence est, jusqu'à un certain point, comparable à celle qui se manifeste à la suite d'une culture dans des sols différents.

Les graines fournies par un greffon posé sur des sujets variés donnent donc souvent naissance à des plantes qui, à des degrés divers, participent à la fois du greffon et du sujet qui l'a nourri.

Il suffit d'appliquer ce principe pour obtenir des variétés nouvelles. En choisissant convenablement sujet et greffon, on peut arriver à diriger les variations dans un sens bien déterminé : goût, résistance aux agents extérieurs, etc.

C'est ce que j'ai fait pour créer le Moellier de printemps dont j'ai parlé plus haut.

J'ai pris pour sujet une variété résistant au froid : c'est la variété de Chou-Cabus dit *Chou de Mortagne*, qui supporte facilement les rigueurs de l'hiver, et qui, dans ma pensée, devait communiquer aux variétés nouvelles issues du greffon, la résistance qui manque à la variété pure.

J'ai choisi comme greffon le Chou-Rave (*Brassica gongyloides*) et non le Moellier ordinaire dont la tige est beaucoup moins renflée. La raison de cette préférence est bien simple. La greffe diminue souvent dans les Choux le volume du tubercule : cette diminution doit se retrouver dans les jeunes plants fournis par le greffon, il était dès lors tout indiqué de prendre pour greffon la variété qui offrait un tubercule assez développé pour subir, sans perdre entièrement sa valeur, une diminution de diamètre.

Le sujet doit être un Chou de Mortagne jeune, ayant de 7 à 10 millimètres de diamètre au plus. Pour rendre l'opération de la greffe plus facile on peut le repiquer dans un pot à fleurs. Lorsque la reprise est complète, vers la fin de février ou dans le commencement de mars, on pratique la greffe en fente ordinaire, au niveau des premières feuilles, dans la région où l'écorce est bien verte et où la tige est assez ferme pour permettre l'opération.

On prend pour greffon une jeune pousse à fleurs de Chou-Rave au moment où elle a atteint de 8 à 10 centimètres de longueur ; on a soin de choisir un bourgeon dont les boutons à fleurs ne sont pas encore visibles, de façon à éviter la *coulure* de ces fleurs.

Naturellement, en aucun cas, on ne prendra un greffon plus gros que le sujet.

On taille le greffon en biseau ; on l'introduit dans la fente et on ligature avec du coton à repriser (fig. 45), en laissant un intervalle de quelques millimètres entre les divers tours de spire, pour permettre aux tissus de cicatrisation de s'étendre plus facilement.

Il est bien entendu qu'il faut prendre toutes les précautions nécessaires pour empêcher, soit la dessiccation, soit la pourriture du greffon, comme cela doit se faire pour toute greffe herbacée.

On transplante le pot à l'ombre et on le recouvre d'une cloche. On étouffe complètement la greffe au début, puis on aère progressivement en donnant plus ou moins d'air suivant l'effet produit.

Au bout d'un temps qui varie avec les diverses conditions de milieu dans lesquelles se trouve la greffe, on constate que le greffon se met à pousser plus vigoureusement que s'il était resté sur l'étalon.

On transporte alors le tout en pleine terre et dans une bonne exposition. Le greffon fleurit et la fécondation va commencer.

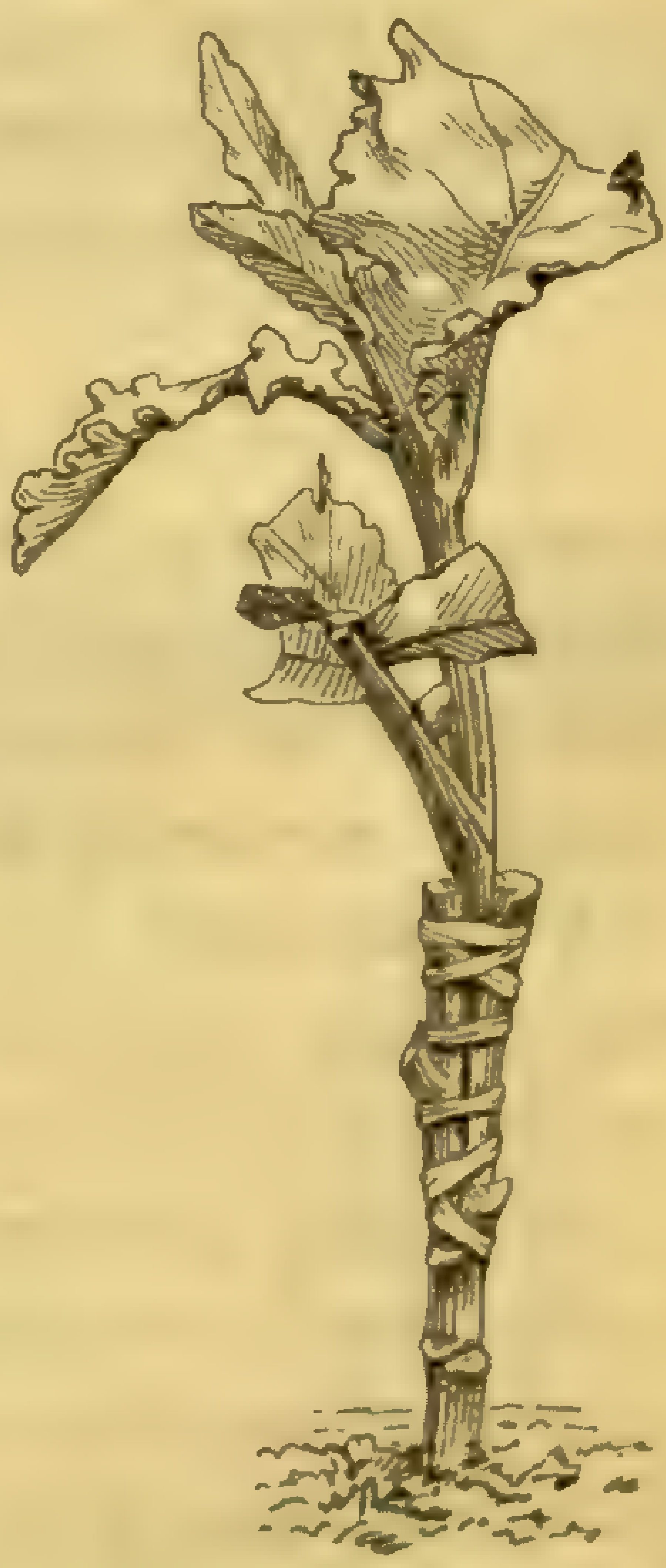


Fig. 45. — Greffe de Chou-Rave sur Chou de Mortagne.

J'ai déjà montré que l'opération de la greffe retardait la floraison du bourgeon à fleurs d'environ un mois. Les autres variétés de Choux, comme l'étalon du reste, sont alors en fruits. Il se trouve que ce retard diminue considérablement les chances d'hybridation par les insectes, hybridation qui pourrait nuire à la réussite de l'expérience et en fausserait les résultats.

Mais comme il peut arriver qu'une hybridation soit encore possible parce qu'un Chou coupé, ou déplanté puis replanté, se trouve dans le voisinage et ait lui-même fleuri plus tardivement grâce à ces opérations, j'ai cru devoir placer mes Choux sous une toile à mailles peu serrées, laissant passer l'air et une lumière suffisante, tout en s'opposant à la visite des insectes.

Trop de précautions ne sauraient être prises par l'expérimentateur qui veut obtenir une certitude absolue dans ses résultats, pour éviter tous les accidents de nature à les vicier.

La fécondation complètement achevée, j'ai supprimé les toiles et laissé les graines mûrir au soleil.

Ces graines, récoltées en 1893, ont été semées au mois de mars 1894, en même temps et dans les mêmes conditions que des Moelliers, Choux gras, Poitevins, Rutabagas, Choux branchus et Choux verts ordinairement usités dans la grande culture.

Au moment de la plantation à demeure, j'ai constaté avec satisfaction que mes Choux, venus de graines d'individus greffés, présentaient un aspect bien différent de la variété type. On sait que les Choux qui se trouvent dans ces conditions sont qualifiés *Choux dégénérés* par les jardiniers, qui, se préoccupant exclusivement du rapport immédiat, les suppriment impitoyablement sans se douter que, dans le nombre, il peut s'en trouver qui seraient le point de départ de variétés estimables.

Je plantai donc soigneusement dans un terrain d'assez mauvaise qualité mes *Choux dégénérés*. Mais pour pouvoir les comparer plus facilement avec les variétés usitées en agriculture, j'intercalai entre ces Choux, dans le même terrain, des Rutabagas, des Poitevins, des Moelliers, des Choux gras, des Choux branchus et des Choux verts provenant des semis comparatifs indiqués plus haut.

Je fis deux lots de Choux : l'un fut placé au nord, l'autre au midi.

Au mois de septembre suivant, puis au mois d'octobre, je constatai que la diminution prévue du tubercule sous l'influence de la greffe sur une variété à tige non renflée s'était bien produite.

La tige de mes Choux offrait une série de transitions entre le Chou Rave type et le Moellier ordinaire. Le tubercule n'était plus arrondi, mais allongé en tronc de cône renversé, et il atteignait dans sa partie la plus renflée 8 centimètres d'épaisseur.

Des feuilles très nombreuses et par suite très rapprochées, puisque la tige avait environ 60 centimètres de hauteur, pouvaient être alors utilisées avec avantage pour la nourriture des bestiaux, comme cela se fait dans les autres variétés.

A l'aisselle de chacune de ces feuilles se trouvait un œil très développé, faisant prévoir pour le printemps des drageons vigoureux.

L'écorce, très verte, avait l'aspect de celle du Chou-Rave ordinaire, et la tige paraissait à première vue plus dure que celle du Moellier.

Une coupe en travers du tubercule suffisait à faire voir que les tissus ligneux n'atteignaient nullement un développement exagéré et qu'ils étaient bien moins marqués que dans le Chou vert par exemple, à peu près comme dans les Choux gras. Leur épaisseur jointe à celle de l'écorce étant de un centimètre environ, il restait environ six à sept centimètres de moelle blanche et tendre ayant un goût sucré agréable.

L'automne de 1894, comme on le sait, fut très humide. Les Moelliers furent atteints par la pourriture et un certain nombre ne purent être utilisés pour cette raison.

Aucun de mes Choux nouveaux ne pourrit alors ; et c'est une première supériorité qu'ils présentent sur le Moellier.

L'hiver de 1894-1895, succédant à un automne très pluvieux, a été très rigoureux et a produit en particulier sur les Choux des effets désastreux. La température est descendue à 15 degrés au-dessous de zéro aux environs de Château-Gontier ; la neige a séjourné longtemps à l'exposition nord quand elle a fondu au midi.

Les Choux placés au nord, abrités par la neige, n'ont pas subi les alternatives de gel et de dégel si à craindre pour les plantes exposées au midi, quand cette neige fond en partie au soleil pour repasser ensuite à l'état de glace sur la plante restée plus ou moins humide.

Je ne fus pas surpris de voir l'aspect plus lamentable de mes cultures placées au midi. Les feuilles de mes Choux nouveaux se replièrent sous l'influence de la gelée et couvrirent le tronc, formant une espèce de dôme, d'autant plus épais qu'à cause de la forme du tronc de cône de la tige elles se trouvaient plus rapprochées et plus nombreuses au sommet.

Lorsque le froid fit place à une température plus douce, je pus constater que mes choux témoins avaient tous succombé aux atteintes du froid et cela au nord comme au midi. Mais il n'en était pas de même de mes Choux nouveaux. Les feuilles étaient bien mortes comme dans les témoins, mais non la tige et le sommet végétatif.

L'écorce était resté indemne; les yeux étaient en bon état, et la section de la tige laissait voir une moelle intacte, tendre, blanche et d'aussi bon goût qu'avant l'hiver.

Dans la campagne, un certain nombre de Choux gras, de Choux Poitevins, de Choux verts que l'on croyait gelés au premier abord n'ont pas péri totalement. Mais l'écorce est restée jaunâtre, elle a noirci par places, et la moelle est devenue spongieuse, puis noirâtre et finalement elle a pourri en entier, sans empêcher la floraison.

Or, les pousses de ces Choux se sont quand même ressenties de la désorganisation profonde produite par le froid; elles sont restées rares et chétives, et la nourriture qu'elles ont fournie était peu abondante. D'ailleurs leur sève n'avait aucun goût sucré, et la tige était à peu près inutilisable.

Dans les Choux nouveaux, au contraire, non seulement la tige fournissait un aliment sain, mais les nombreux yeux ont donné naissance à des drageons vigoureux, qui se sont vite garnis de feuilles. Ces pousses avaient une saveur sucrée prononcée et fort agréable. Préparées comme Brocolis-asperges, elles sont bien supérieures aux pousses de Chou vert que l'on emploie à cet usage. A ce titre la nouvelle variété de Chou a sa place marquée dans la culture maraîchère.

Quant à leur valeur fourragère, les données suivantes permettent de s'en faire une idée. Chaque Chou avait une hauteur de deux mètres environ au moment de la complète floraison, et un diamètre de 1 mètre 20 environ, dans leur plus grande largeur. Ils présentaient tous un ensemble très fourni de tiges florifères et de feuilles nouvelles.

On pouvait sans exagération évaluer à ce moment la quantité de nourriture fournie par un de ces Choux à 4 ou 5 fois celle donnée par un des Choux gras, Poitevins ou verts, qui avaient résisté cet hiver, sans parler de leur qualité incontestablement supérieure, les réserves et le goût sucré étant particulièrement appréciés par les animaux.

J'ai naturellement conservé, pour en récolter les graines, les plus beaux échantillons de la variété nouvelle que j'ai préservés soigneusement de l'hybridation. L'année prochaine je pourrai faire des expériences plus en grand et dans des contrées différentes.

Si, comme je l'espère, la nouvelle variété se reproduit avec les mêmes caractères et les mêmes qualités, la création d'un *Moellier de printemps* peut être considérée désormais comme un fait accompli et la lacune dont j'ai parlé au début de cette note sera comblée.

J'ai désigné la nouvelle variété sous le nom de MOELLIER DU COMICE, en l'honneur du Comice agricole de Château-Gontier et de son Président, M. Duboys-Fresney, qui ont bien voulu encourager mes efforts en vue d'améliorer le sort de nos populations agricoles (1).

Je dois remercier aussi M. Gaston Bonnier, Professeur à la Sorbonne, qui a dirigé mes recherches et a bien voulu mettre à ma disposition les ressources du Laboratoire de Fontainebleau. Il m'a donné de précieux conseils et de sympathiques encouragements dont je garde le meilleur souvenir. Je suis heureux de pouvoir ici lui exprimer ma vive gratitude.

En résumé, les avantages du *Moellier du Comice* sont les suivants :

1° Au point de vue de la culture fourragère :

D'assurer la production certaine d'un fourrage printanier par suite de sa résistance au froid, résistance supérieure à celle de toutes les variétés actuellement existantes ;

De donner une récolte plus abondante, à cause de ses drageons plus nombreux et plus développés ;

De présenter, comme le *Moellier ordinaire, une moelle excellente et*

---

(1) Une commission de cinq membres a été chargée par le Comice agricole de Château-Gontier de constater la valeur fourragère et maraîchère du nouveau Chou. A l'unanimité, elle a reconnu les sérieuses qualités de la nouvelle variété et sa supériorité sur les anciennes.

sucrée qui est fort prisée des animaux, ainsi que j'ai pu le constater;

De résister à la pourriture dans les automnes humides;

2° Au point de vue de la culture maraîchère :

De pouvoir être avantageusement utilisée comme Brocolis-asperges, puisque ses pousses très nombreuses ont un goût parfait, supérieur à celui des pousses de Chou vert que l'on emploie ordinairement pour cet usage.

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893 *(Suite).*

Le tréhalose, qui attire ici le plus particulièrement l'attention en raison de son abondance, a été étudié avec grand soin par M. Bourquelot, au triple point de vue de sa répartition, de l'époque précise de sa formation et de sa disparition.

Nous avons déjà vu qu'il apparaît, le premier de tous les sucres, au moment de la formation des spores, et qu'il disparaît peu à peu pendant la maturation.

Sa production est localisée; on ne l'observe pas également dans toutes les parties du Champignon.

Elle a lieu dans le tissu plus spécialement végétatif du fruit ou sporophore, c'est-à-dire dans ce qu'on appelle le pied et le chapeau des grands Champignons ; mais elle n'a pas lieu dans cet ensemble des feuillets, des tubes ou des aiguillons qu'on désigne souvent sous le nom d'hyménophore. Vraisemblablement le sucre manque dans cette région parce qu'il est consommé aussitôt qu'il y parvient.

La rapidité de la disparition du tréhalose, chez les espèces qui en contiennent, dépend évidemment de l'activité de la végétation. Et celle-ci dépend à la fois de l'espèce considérée et des conditions atmosphériques. Du reste, alors même qu'un Champignon est récolté, il continue encore à vivre comme s'il était sur pied. Ceci explique comment, dans des essais antérieurs, des chimistes ont pu ne pas trouver de tréhalose et constater seulement de la mannite, dans des Champignons où M. Bourquelot a trouvé les deux sucres. Il importe de faire les analyses aussitôt après la récolte, et d'opérer sur des individus jeunes, non pas seulement sur des échantillons âgés ; il faut éviter aussi de se servir d'échantillons desséchés au préalable à basse température. Cette dessiccation active la disparition du tréhalose, en même temps que la mannite, si l'espèce en produit, et le glucose augmente dans de notables proportions.

Il n'est pas douteux, d'ailleurs, qu'il y ait, entre ces divers sucres, des rapports directs d'origine ; tout l'indique.

On sait que le tréhalose, sous certaines influences, se dédouble en deux molécules de glucose. Or, l'analyse ne décèle jamais la présence du second de ces sucres que lorsqu'il y a déjà dans la plante une assez forte proportion du premier. Inversersement, dans l'échantillon avancé, quand le tréhalose a disparu, on retrouve encore du glucose. Il y a là une succession de phénomènes à peu près comparable à celle qu'on observe chez la Betterave, dans la racine de laquelle on voit naître d'abord un sucre isomère du tréhalose, le saccharose, puis, aux dépens de celui-ci, du glucose qui disparaît ensuite peu à peu.

M. Bourquelot a été ainsi conduit à rechercher si la transformation du tréhalose en glucose ne se produirait pas sous l'influence d'un ferment soluble, analogue à l'invertine, qui dédouble le sucre de canne et le rend assimilable.

Ce ferment soluble existe en effet; l'auteur l'a découvert dans une moisissure commune, l'*Aspergillus niger*, qui renferme, au moment de la formation des spores, d'assez fortes proportions de tréhalose.

Pour obtenir le ferment, on cultive la moisissure sur le liquide de Raulier. Lorsque la culture est couverte de fructifications noires, on l'enlève après en avoir lavé la face inférieure avec de l'eau distillée. On la broie avec du sable sec, on met le tout dans l'alcool à 95 degrés, et on laisse macérer pendant six heures environ. On jette alors sur un filtre; on essore le résidu entre des feuilles de papier Joseph et on fait sécher dans le vide.

La masse complètement desséchée est broyée avec de l'eau distillée qui dissout le ferment; on laisse macérer quelque temps, on exprime, puis on filtre le liquide, qu'on précipite ensuite par l'alcool. Le précipité est finalement recueilli sur un filtre, lavé à l'alcool et desséché dans le vide.

Ce produit renferme, en même temps que le ferment du tréhalose, toutes les substances précipitables par l'alcool, et, parmi celles-ci, d'autres ferments solubles, notamment de l'invertine ou sucrase, de la diastase et de la maltase.

Après avoir remarqué, ainsi que l'a fait M. Bourquelot, que la solution de ce produit dédouble le tréhalose, il était donc nécessaire de s'assurer que ce dédoublement n'était dû ni à l'un ni à l'autre de ces derniers ferments.

Il est facile, tout d'abord, de constater que, ni l'invertine retirée de la levure de bière, ni la diastase salivaire, essayées chacune isolément, n'agissent sur le tréhalose. Précédemment, l'auteur a fait la même constatation pour un ferment de certains glucosides : l'émulsine.

Pour la maltase, ce genre d'essai est plus difficile, étant donné qu'on n'a pas, jusqu'à présent, trouvé de végétal qui fournisse le ferment isolé. M. Bourquelot a eu recours alors à l'action de la chaleur. On sait que les différents ferments solubles ne sont pas détruits à la même température; l'auteur espérait donc qu'en exposant la solution des ferments à une température progressivement constante, il trouverait un degré où l'un des ferments serait détruit, l'autre conservant son activité. C'est en effet le résultat qu'il a obtenu.

La solution n'exerce plus d'action sur le tréhalose lorsqu'elle a été chauffée à 64 degrés environ, tandis qu'il faut élever la température aux environs de 75 degrés pour la rendre inactive à l'égard du maltose.

Dans ces conditions il semble bien que l'on doive admettre l'existence, à côté de la maltase, d'un autre ferment soluble exerçant son action sur le tréhalose. A ce ferment, M. Bourquelot a donné le nom de *tréhalose*.

Sa découverte porte à *trois* le nombre des ferments solubles, actuellement connus, des saccharoses, ou *bioses*, savoir : invertine ou sucrase, maltase et tréhalose.

Maintenant il est probable, en outre, qu'il y a encore, dans le Champignon entre le tréhalose et la mannite, un rapport direct, analogue à celui qui vient d'être établi entre le tréhalose et le glucose. Si l'on conserve, en effet, dans le laboratoire, un Champignon renfermant des tréhaloses, le *Lactarius piperatus*, par exemple, on observe qu'au bout d'un certain temps, variable avec la température, mais court en général, le tréhalose disparaît en totalité, et se trouve remplacé, à très-peu près, par de la mannite.

La mannite dériverait donc du tréhalose, ou, plus probablement, du glucose, qui servirait d'intermédiaire.

La formation de mannite aux dépens du glucose a d'ailleurs été déjà observée, il y a quelques années, par M. Monteverde, chez plusieurs espèces de plantes appartenant à la famille des Oléinées.

Deux jeunes rameaux de *Syringa vulgaris*, par exemple, coupés au printemps, puis mis en contact, par leur extrémité inférieure, avec une solution de glucose ou de saccharose, et laissés en cet état, pendant un mois à l'obscurité, renferment, au bout de ce temps, une assez forte quantité de mannite et d'amidon. Il n'y a, au contraire, pas trace de ces deux substances quand, au lieu des solutions de glucose ou de saccharose, on emploie simplement de l'eau distillée.

Les expériences, déjà anciennes, de M. Meyer ont, en outre, démontré que la mannite, qui provient du glucose, peut à son tour donner de l'amidon. Toutefois les plantes chez lesquelles on observe cette formation paraissent être exclusivement celles qui, normalement, renferment de la mannite.

Le nombre de ces dernières, même parmi les Phanérogames, est, comme on sait, assez grand. La mannite a, en effet, été signalée, dans différentes espèces de Renonculacées, de Myrtacées, d'Ombellifères, de Scrofularinées, de Primulacées, de Composées, de Graminées, d'Abiétinées, etc., et elle est surtout fréquente chez les Oléinées.

Toutefois, pour toutes ces plantes, les résultats obtenus par les différents auteurs ne sont pas toujours concordants ; et, à plusieurs reprises, des erreurs d'analyses ont déjà été relevées. C'est ainsi que, quelquefois, la dulcite a été prise pour de la mannite, et inversement; il y a aussi, dans certains cas, confusion entre la mannite et la perséite. Enfin, dans beaucoup de familles, on ne connaît jusqu'alors qu'une seule espèce qui renferme de la mannite.

Une nouvelle étude de ce corps, au point de vue de sa répartition chez les Phanérogames, n'était donc pas sans utilité. Elle a été faite par M. Monteverde (1), qui s'est, en même temps, occupé d'un autre alcool hexatomique, qu'on trouve aussi, quoique bien moins fréquemment, dans le règne végétal, la dulcite.

Pour reconnaître, dans les tissus, la présence de ces deux substances, mannite et dulcite, M. Monteverde a usé du procédé suivant : les coupes placées sur la lame porte-objet sont traitées par l'alcool à 95°, puis recouvertes d'une lamelle; la mannite et la dulcite, dissoutes dans le suc cellulaire, se répandent alors dans le liquide environnant, et cristallisent, au fur et à mesure que l'alcool s'évapore. La nature chimique des cristaux formés est contrôlée par la méthode connue, déjà employée par M. Borodine, pour l'asparagine et pour la dulcite : on dépose sur le cristal une goutte d'une solution saturée de mannite ou de dulcite; le cristal s'accroît ou se dissout suivant qu'il est ou non constitué par l'une de ces deux substances.

Une des familles où, d'après les observations microchimiques de M. Monteverde, la mannite se rencontrerait le plus fréquemment, et en assez grande abondance, est celle des Scrofularinées.

Sur les 1900 espèces de plantes que comprend cette famille, l'auteur en a étudié 797, appartenant à 109 genres. Il a trouvé de la mannite dans 272, appartenant à 36 genres. Et il à est noter que ces recherches ont été faites sur des exemplaires d'herbier, peut-être sur des échantillons frais trouverait-on la mannite dans un plus grand nombre d'espèces encore.

Les genres de Scrofularinées où la présence de cette substance a pu être le plus souvent constatée sont les genres *Pedicularis*, *Veronica*, *Castilleja*, *Gerardia*, *Odontites*, *Euphrasia*, *Bartsia*, etc. Jamais, par contre, la mannite n'a été trouvée dans les genres *Linaria*, *Scrophularia*, *Calceolaria*, *Digitalis*, *Stemodia*, *Mimulus*, *Antirrhinum*. Il y a là un caractère qui, jusqu'à un certain point, peut être utilisé en classification.

On sait qu'il y a, au point de vue morphologique, des affinités assez étroites entre la famille des Scrofularinées, et celles des Gérardiées et des Orobanchées. Il est assez intéressant de constater que, après les analyses de M. Monteverde, beaucoup de représentants de ces deux derniers groupes contiennent aussi de la mannite.

Dans la famille des Oléacées, on a coutume d'établir quatre tribus : les Syringées, les Fraxinées, les Oléinées et les Jasminées. La mannite a déjà été antérieurement signalée dans plusieurs espèces des trois premières tribus. M. Monteverde a encore reconnu sa présence dans les tiges vivantes de différents Jasmins. Il n'y a donc, à cet égard, aucune distinction à faire entre les quatre groupes de la famille.

---

(1) Monteverde : *Ueber die Verbreitung des Mannits und Dulcits im Pflanzenreiche.* (Travaux de la Société des Naturalistes de St-Pétersbourg).

Chez les Ombellifères, la mannite était connue dans les quatre espèces : *Œnanthe crocata, Apium graveolens, Meum athamanticum* et *Daucus Carota.* M. Monteverde la signale aussi dans le *Petroselinum sativum.*

Beaucoup plus rare, dans le règne végétal, est la dulcite. Cependant plusieurs espèces de Scrofularinées en produisent, entre autres celles du sous-genre *Orthocarpus* Benth., *Anisocheila, Adenostegia.* Les *Cordylenthus* et les *Orthocarpus* renferment à la fois de la mannite et de la dulcite.

La famille qu'il y a le plus particulièrement lieu de citer pour la richesse de quelques-uns de ses représentants en dulcite est celle des Célastracées. La substance en question a été observée par M. Monteverde dans treize espèces.

Les quantités de mannite ou de dulcite que contient une plante varient du reste suivant la période de végétation. Les branches d'*Evonymus europœus*, par exemple, ne présentent pas la moindre trace de dulcite pendant les mois de janvier et de février ; dès la même époque, la mannite manque complètement dans les rameaux de *Syringa vulgaris.* Cependant ces deux substances deviennent abondantes dans le Fusain et le Lilas, à partir du moment où le développement recommence.

La mannite et la dulcite subissent donc bien, vraisemblablement, des transformations analogues à celles que subit, dans d'autres plantes, l'amidon, qui disparaît aussi en hiver, et est remplacé par des huiles grasses aux dépens desquelles, à son tour, le nouvel amidon se forme au printemps.

Pour fortifier encore cette opinion, rappelons que déjà pour les fruits d'*Olea europea*, M. de Luca a signalé ce rapport entre les huiles grasses et la mannite ; et que pareil rapprochement a été fait aussi : pour la dulcite, par M. Borodine dans les graines de *Melampyrum nemorosum* ; pour la perséite, par MM. Müntz et Marcano, dans les fruits de *Laurus Persea.*

La disparition de l'amidon pendant l'hiver dans les plantes ligneuses, a été surtout bien étudiée par M. Mer (1). Elle n'est pas toujours complète et il reste souvent dans les tissus, même à l'époque des froids les plus vifs, une proportion de substance amylacée, qui est plus ou moins élevée suivant l'essence que l'on considère.

Dans les espèces à réserve amylacée abondante, la période de froid qui ralentit la combustion respiratoire, destructrice d'amidon, survient, en général avant que les réserves soient épuisées, et le bois reste, en hiver, assez riche en amidon. Dans les arbres à faible réserve, celle-ci disparaît dès la fin de l'automne. Dans les plantes à feuilles persistantes, il ne subsiste que des traces d'amidon ; car les réserves sont peu abondantes, et en outre les feuilles continuent à les utiliser pour la respiration jusqu'à la fin de l'hiver.

---

(1) Mer : *Répartition hivernale de l'amidon dans les plantes ligneuses.* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 1892).— *Influence de l'écorcement sur les propriétés mécaniques du bois* (id. 1893). — *Moyen de préserver les bois de la vermoulure* (id. 1893).

Dès que les froids ont disparu, la substance amylacée est rapidement reconstituée par ces mêmes tissus verts, appartenant aux feuilles persistantes et aux jeunes écorces, qui, en automne, ont contribué à la faire disparaitre.

La partie du bois qui est plus particulièrement amylifère est l'aubier; c'est le contraire de ce qui a lieu pour le tannin, surtout abondant dans les membranes des fibres du cœur.

L'amidon de l'aubier se trouve dans les cellules ligneuses et radiales.

L'écorcement, quoi qu'on en ait dit, n'apporte aucun changement dans cette répartition, de même qu'il n'augmente pas la résistance à la rupture.

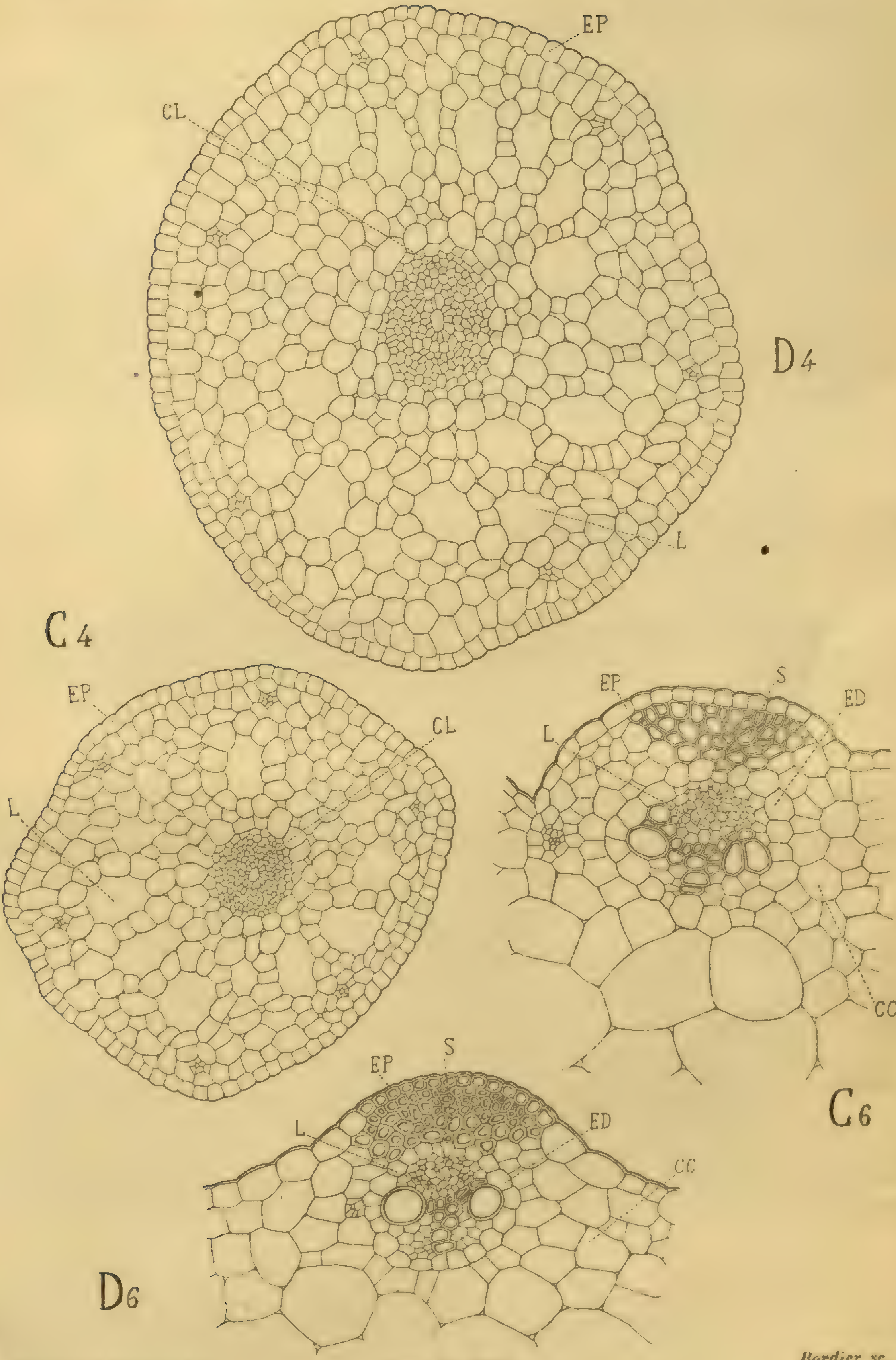
La présence de l'amidon dans l'aubier est, d'après les expériences de M. Mer sur le Chêne, la raison pour laquelle, dans les arbres abattus, l'aubier est plus exposé que le cœur à la vermoulure. Les insectes n'attaquent, en effet, que le bois où se trouve une réserve amylifère.

Il suit de là qu'en faisant disparaître l'amidon de l'aubier, on doit rendre ce dernier réfractaire à la vermoulure. Or on arrive à ce résultat en décortiquant l'arbre du pied, plusieurs mois avant l'abattage, ou encore en pratiquant une incision annulaire à la partie supérieure du tronc. L'amidon formé par les feuilles ne peut plus redescendre; et la partie inférieure consomme peu à peu l'amidon qu'elle renfermait, et qui ne se trouve plus remplacé. Le printemps est l'époque la plus favorable pour cette opération ; la réserve amylacée est épuisée en automne, et l'on peut abattre au mois d'octobre. Il devient possible, dans ces conditions, d'utiliser l'aubier.

(*A suivre*).

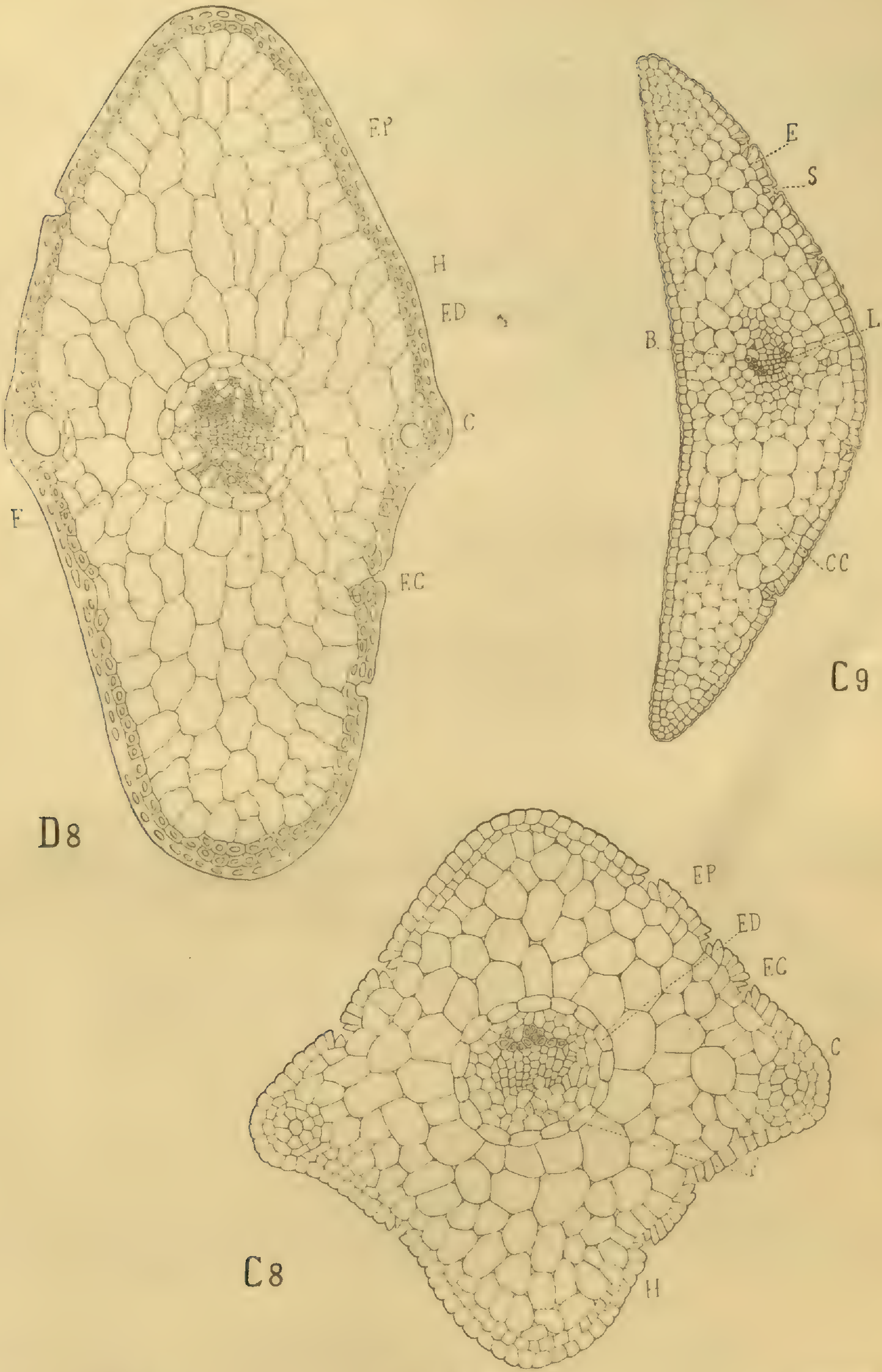
Henri Jumelle.

Le Gérant, Th. Clerquin.


EP
CL
D4
L
C4
EP
CL
L
EP
S
ED
L
CC
C6
EP
S
ED
L
CC
D6

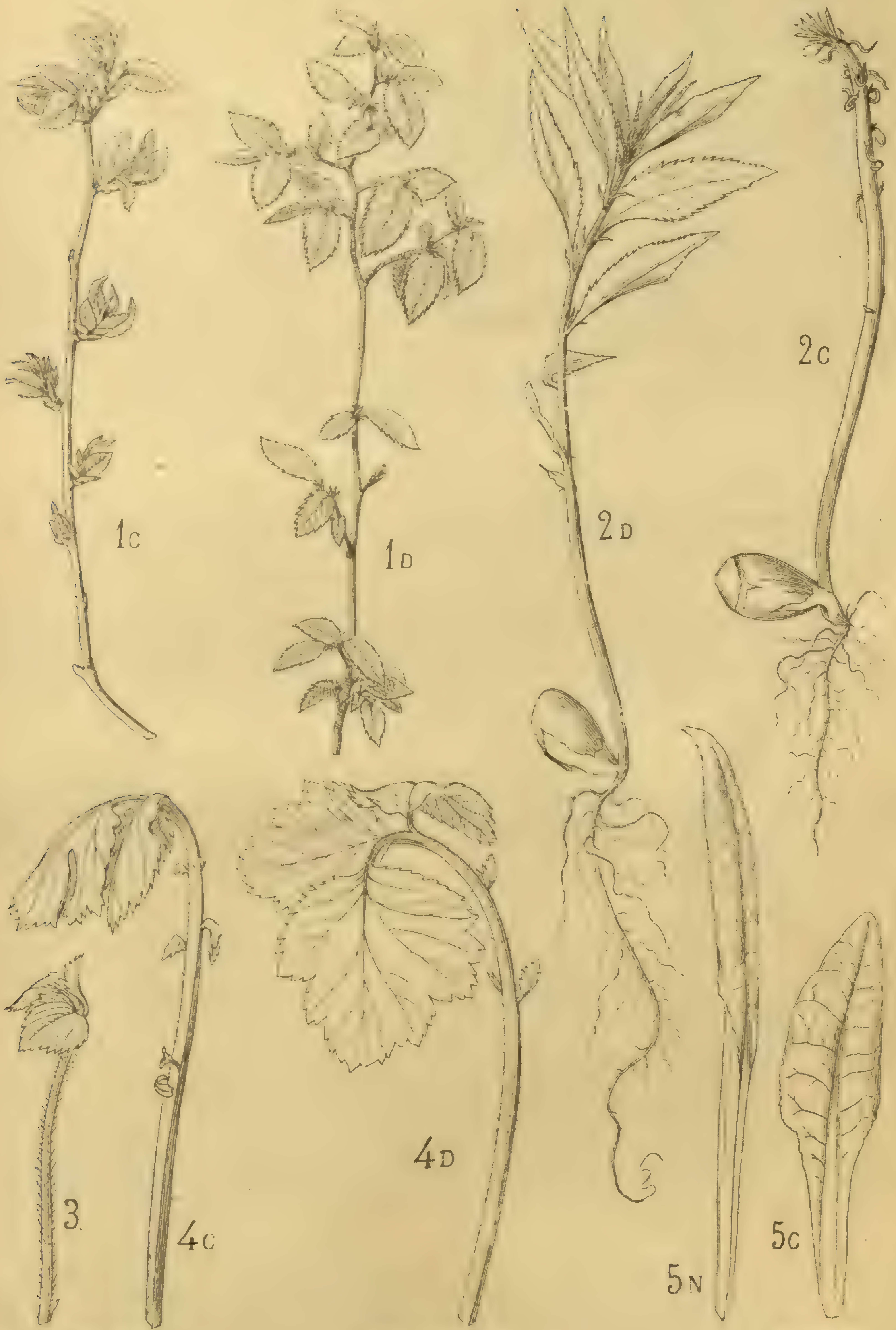
Bonnier et Herincq del. Imp. Le Bigot. Bordier sc.

Elodea canadensis (C_4 *lumière continue*, D_4 *lumière discontinue*). — *Zea Mays* (C_6 *lumière continue*, D_6 *lumière discontinue*).


EP
H
ED
C
F
EC
D8
E
S
B
L
CC
C9
EP
ED
EC
C
H
C8

Bonnier et Herincq del. *Imp. Le Bigot.* *Bordier sc.*

Picea excelsa (D_8 *lumière discontinue*, C_8 *lumière continue*) ; *Taxus baccata* C_9.



B. Herincq del. *Imp. Le Bigot.* *Bordier sc.*

Carpinus Betulus (1c, 1d); *Amygdalus communis* (2c, 2d); *Fragaria vesca* (3);
Geum urbanum (4c, 4d); *Primula officinalis* (5n, 5c).

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les six premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des six premiers volumes de la

Revue générale de Botanique :

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — Bornet : *Ectocarpus fulvescens.* — Guignard : Anthérozoïdes. — Bonnier : Végétation de la vallée de Chamonix ; Lichens et protonémas des Mousses ; Renonculacées de la Flore de France. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Développement des plantes annuelles. — Kolderup-Rosenvinge : Organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — De Planta : Crosnes du Japon. — De Saporta : Palmiers fossiles. — Dupray : Nouvelle espèce de *Spirogyra*. — Prillieux : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — Dufour : Nouvelle espèce de Chanterelle ; Gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella*. — Trabut : *Abies numidica*. — Seignette : Les tubercules. — Costantin : *Alternaria* et *Cladosporium*. — Poulsen : Phanérogame sans chlorophylle. — Masclef : Hellébores.

Revues : Anatomie (Leclerc du Sablon) ; Champignons (Costantin) ; Technique (Dufour) ; Lichens (Hue) ; Plantes de l'Asie (Franchet) ; Physiologie végétale (Jumelle) ; Paléontologie végétale (de Saporta).

Tome II. — *(576 pages, 25 planches et 203 figures dans le texte).*— Battandier et Trabut : *Pancratium Saharæ.*— Curtel : Transpiration et assimilation pendant les nuits norvégiennes. — Flot : Structure de la tige des arbres. — Heckel : Nouvelle espèce de l'Afrique.— Lesage : Feuilles des plantes maritimes.— Bonnier : La vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées.— Daguillon : Feuilles des Conifères.— Russell : Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; *Vicia sepium.*— Jumelle : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration. — Brandza : Hybrides. — Leclerc du Sablon : Sommeil des feuilles. — Aubert : Acides organiques chez les plantes grasses. — de Lagerheim : Un parasite de la Vigne. — Daniel : Tannin des Composées. — Franchet : Bambusées à étamines monadelphes. — Poulsen : Grains d'aleurone

Revues : Algues (Flahault) ; Botanique forestière (Henry) ; Paléontologie végétale (de Saporta) ; Physiologie et Chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Anatomie (Leclerc du Sablon) ; Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Plantes de la France (Masclef).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — Brandza : Téguments de la graine.— Russell : Ascidies de Chou.— Devaux : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — Bordet : *Carex.* — Aubert : Appareil de MM. Bonnier et Mangin pour l'analyse des gaz. — Viala : Maladie des greffes boutures ; Maladie des raisins.— Prunet : Perforation des Pommes de terre par le Chiendent. — Fayod : Structure du protoplasma. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes. — Daniel : Influence du drainage et de la chaux. — Bastit : Tige et feuille des Mousses. — Conway Macmilian : Plantes européennes introduites dans le Minnesota.— Trabut : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; *Riella.* — Daniel ; Racines napiformes transitoires.— Costantin : Culture des Basidiomycètes. — Magnin : *Cyclamen europœum.*

Revues : Plantes de la France (Masclef) ; Champignons (Costantin) ; Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Technique (Dufour).

Tome IV.— *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — Trabut : *Quercus Mirbeckii.* — Masclef : *Pteris aquilina* sur le calcaire. — Russell : Inflorescence mâle du Noyer.— Jumelle : Recherches physiologiques sur les Lichens.— Dewèvre et Bordage : Mouvements des végétaux. — Leclerc du Sablon : Tubercules des Equisétacées ; Maladie du Platane. — Prunet : Plantes et insectes. — Hervier : Plantes d'Espagne. — Bonnier : Réviviscence des plantules desséchées ; Variations de pression dans la Sensitive.— Aubert : Respiration et assimilation des plantes grasses. — de Janczewski : *Anemone.* — Jacob de Cordemoy : Liliacée exotique. — Costantin et Dufour : La Môle. — Giard : *Lachnidium acridiorum.* — de Lamarlière : Les feuilles à l'ombre et au soleil.

Revues : Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Anatomie (Prunet) ; Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Plantes de la France (Masclef).

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte).* — Duchartre : *Rosa sericea.* — Bonnier : Transmission de la pression à travers les plantes ; Alphonse de Candolle. — Boudier : Tubercules pileux de certains Agarics. — Prunet : Tubercules de la Pomme de terre. — Russell : Sur les pelotes marines. — Costantin : Convergence des formes conidiennes. — Naudin : Fécondation des *Phœnix.* — Mesnard : Pureté de certaines essences végétales. — Warming : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil).— De Lamarlière : Développement de quelques Ombellifères.— Magnin : Végétation des lacs du Jura. — Jaccard : La pression des gaz et le développement des végétaux. — Briquet : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — Boulanger : *Matruchotia varians.* — Palladine : Respiration des feuilles vertes et étiolées. — Leclerc du Sablon : Anatomie de la tige de la Glycine. — Lothelier : Les plantes à piquants. — Costantin et Dufour : Action des antiseptiques sur la Môle.

Revues : Lichens (Hue) ; Algues (Flahault) ; Paléontologie végétale (de Saporta) ; Botanique forestière (Henry) ; Bactéries et fermentations (Boutroux).

Tome VI. — *(544 pages, 21 planches et 57 figures dans le texte).*— Daniel : La greffe ; Applications de la greffe herbacée.— Prunet : Propagation du Pourridié.— Flot : Procédés de micrographie. — Houlbert : Propriétés optiques du bois. — Mesnard : Parfums des plantes. — Devaux : A. Merget. — Mer : Chaudron de Sapin. — Naudin : Littoral de la Provence. — Palladine : Rôle des hydrates de carbone dans la résistance à l'asphyxie. — Trabut : *Marsilia* ; *Œdomyces leproides.*— De Saporta : *Rhizocaulon.*— Prunet : Répartition des engrais.— Costantin et Matruchot : Vert-de-gris, Plâtre et Chanci.— De Lamarlière : Espèces nouvelles de Sphériacées.— Lund : Dessiccation et respiration des tubercules. — Hy : Inflorences. — Dufour et Hickel : Ennemis du Pin. — Bazot : Géographie botanique de la Côte-d'Or. — Bonnier : P. Duchartre ; Plantes arctiques et plantes alpines.

Revues : Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Algues (Flahault) ; Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Champignons (Costantin).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SEPTIÈME

Livraison du 15 Août 1895

N° 80

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4
—
1895

LIVRAISON DU 15 AOUT 1895

I. — STRUCTURE, DÉVELOPPEMENT ET FORME PARFAITE DES *GLIOCLADIUM* (avec planche), par **M. L. Matruchot**. 321

II. — INFLUENCE DE LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE CONTINUE SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES PLANTES (avec planches), par **M. Gaston Bonnier** *(suite)* 332

III. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. H. Jumelle** *(suite)*. 343

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

Planche 11. — *Pteris tremula.*

Planche 13. — *Triticum sativum; Helleborus guttatus; Pisum sativum; Zea Mays.*

Planche 16. — *Gliocladium penicillioides; G. compactum; G. viride.*

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

STRUCTURE, DÉVELOPPEMENT ET FORME PARFAITE

DES

GLIOCLADIUM

par **M. L. MATRUCHOT.**

(PLANCHE 16).

Le genre *Gliocladium*, créé par Corda (1) pour une Mucédinée trouvée par lui sur des *Stereum* en putréfaction, est défini par les caractères suivants : sur un mycelium rampant se dresse un filament fructifère simple, cloisonné, ramifié en haut à la façon d'un *Penicillium* ; les spores naissent en chapelet à l'extrémité de chaque ramuscule ; enfin (ce qui établit une différence profonde avec les *Penicillium*), les spores gélifient leur membrane à la partie externe, puis, cessant bientôt de présenter la disposition en file, s'agglutinent en formant à l'extrémité du pinceau sporifère une gouttelette mucilagineuse sphérique dans laquelle nagent les spores. L'espèce décrite par Corda, *G. penicillioides*, a les filaments hyalins, les spores incolores et ovales ; enfin la goutte de mucilage qui réunit celles-ci présente l'aspect d'une petite sphère d'un blanc laiteux.

Depuis Corda, le *G. penicillioides* n'a été signalé qu'une fois, par Winter, en 1873 (2). Winter l'avait observé sur du fumier, en compagnie d'un ascomycète qu'il rapporta au genre *Eurotium* et dont il fit une espèce nouvelle, *Eurotium insigne*. Le voisinage des deux champignons fit émettre à Winter l'hypothèse qu'ils n'étaient que deux états différents (état conidial et état parfait,) d'une seule et même espèce ; mais l'auteur n'ayant pas réussi à faire germer les spores d'*Eurotium* et ayant négligé de cultiver le *Gliocladium*, l'idée émise par Winter est restée à l'état d'hypothèse.

Plus récemment (1885), Grove (3) a décrit un nouveau *Gliocla-*

---

(1) Corda : *Icones fungorum*, t. IV, p. 30, pl. VII, fig. 92.

(2) Georg Winter : *Mycologische Notizen* (in *Hedwigia*, 1873, nº 10, p. 145.

(3) Grove : *New or noteworthy Fungi* : *Part. II* (in *Journal of Botany*, 1886, p. 199).

dium, qu'il appelle *G. lignicolum*, et sur la valeur spécifique duquel il émet lui-même quelques doutes.

Quelques années plus tard, Cooke et Massee ont donné, dans le *Grevillea*, la diagnose de deux espèces qu'ils considèrent comme nouvelles, *G. compactum* (1) et *G. agaricinum* (2).

Moi-même, enfin, j'ai tout récemment (3) fait connaître une espèce nouvelle, *G. viride*, qui diffère entièrement des espèces précédemment décrites.

Tel est, en quelques mots, le résumé de ce qu'on sait sur les *Gliocladium*. Cinq espèces en tout : une très douteuse, trois dont on n'a donné que la diagnose sans étudier le développement, une seule enfin, dont le développement de l'appareil conidifère soit connu. Ajoutons à cela l'hypothèse d'une parenté possible du *G. penicillioides* avec un *Eurotium*, et nous aurons l'état de nos connaissances sur le genre *Gliocladium*.

J'apporte aujourd'hui une double contribution à l'histoire de ce genre de Mucédinées. J'ai en effet réussi à isoler et à cultiver trois espèces de *Gliocladium*. D'une part ces matériaux m'ont permis d'entreprendre une étude d'ensemble du groupe. En suivant le développement pas à pas, j'ai reconnu la variabilité très grande de divers caractères tenus jusqu'ici pour spécifiques, et j'ai pu, bien que n'ayant pas entre les mains toutes les espèces connues de *Gliocladium*, en réduire le nombre de cinq à trois. D'autre part, pour l'une de ces espèces, l'étude du développement m'a conduit à la connaissance de la forme parfaite ascosporée, et m'a permis de retirer le genre *Gliocladium* du groupe provisoire des Mucédinées (où, faute de renseignements précis, on l'avait laissé jusqu'alors), pour le ranger à sa place dans la classification naturelle.

GLIOCLADIUM PENICILLIOIDES Corda.

J'ai trouvé le *G. penicillioides* dans deux stations bien différentes, d'une part sur un champignon pourri, d'autre part sur du crottin de cheval abandonné sous cloche dans une assiette humide. Dans le premier cas, la moisissure était d'un blanc à peine rosé ; dans le second, elle était franchement rose et formait une large culture à la surface du fumier qu'elle envahit bientôt complètement.

---

(1) Cooke : *Some exotic fungi* (in *Grevillea*, vol. XVI, 1887, p. 16).

(2) Cooke : *New british fungi* (in *Grevillea*, vol. XVII, 1888-89, p. 80).

(3) L. Matruchot : *Sur un Gliocladium nouveau* (in *Bull. de la Soc. mycologique de France*, tome IX, 1893, p. 249).

Développement de l'appareil conidifère. — Les spores germent avec la plus grande facilité sur différents milieux. J'ai en particulier ensemencé le champignon sur des coupelles de fumier stérilisé, où le développement se fait en quelques jours et où la culture envahit entièrement la surface du substratum en moins de deux semaines, si l'on prend soin de maintenir la coupelle à une température voisine de 30°

Les cultures en tubes, sur tranches de carotte stérilisées, fructifient abondamment aussi, mais le développement s'y fait en deux temps très marqués : au début, le mycelium qui provient de la spore se répand dans la masse superficielle du substratum, la rend mamelonnée et brillante ; puis les filaments aériens se font jour, et s'enchevêtrant forment (surtout dans les endroits les plus desséchés de la culture) un tapis blanc floconneux non fructifère. Enfin les tiges dressées fructifères apparaissent et avec elles la teinte rosée de la culture, qui est portée par le mucus englobant les spores.

Plus tard, quand les cultures vieillissent, la teinte rosée se fonce de plus en plus et passe au brun acajou. On voit donc que, du blanc à peine rosé au brun acajou bien prononcé, en passant par le rose chair, le *G. penicillioides* peut présenter toutes les nuances intermédiaires, suivant l'âge de la culture et suivant la nature du substratum.

Sur des tranches de pommes de terre, les cultures de *Gliocladium* sont toujours très pauvres, et ne donnent qu'un tapis mycélien blanc non fructifère.

Au microscope, on reconnaît que la germination de la spore donne un mycélium de calibre étroit (2μ), cloisonné, ramifié, renflé de place en place. En certains points prend naissance un filament dressé, dont le calibre est dès le début plus considérable que celui des filaments rampants (planche 16, fig. 1). Cette tigelle s'élève, prend trois ou quatre cloisons de plus en plus rapprochées à mesure qu'on s'éloigne de la base, puis son extrémité se ramifie pour donner la tête fructifère. A cet effet, l'avant-dernière cellule pousse à sa partie supérieure 2, 3 ou 4 bourgeons, qui se disposent parallèlement au filament principal (fig. 2) ; puis c'est le tour de l'antépénultième cellule à pousser des rameaux semblables, qui vont se ramifiant comme le filament principal, sensiblement à la même hauteur que lui. Et ainsi de suite. Le processus continuant, on a bientôt un pinceau de filaments rappelant tout-à-fait la forme d'un *Penicillium*. Ici, toutefois, les rameaux sont plus nombreux, plus abondamment ramifiés et plus régulièrement verticillés que dans le *Penicillium glaucum*; il n'est pas rare d'observer jusqu'à cinq ramifications successives. La tigelle fructifère a en moyenne $0^{mm}5$ de hauteur.

A l'extrémité des ramuscules du dernier ordre, naissent des spores ovales, de dimensions très variables (5-10 μ sur 2-3 μ). Les spores nées d'un même ramuscule sont d'abord en chapelet; mais la disposition sériée disparaît bien vite sous l'influence d'un mucus produit par gélification de la partie externe de la membrane; les spores s'agglomèrent et s'agglutinent en une masse assez régulièrement sphérique (fig. 3 et 4). Le diamètre de ce capitule est extrêmement variable, mais ne dépasse guère 200 μ; d'autre part, dans les régions non trop humides de la culture, les capitules voisins ne confluent pas ensemble; aussi la culture, examinée à la loupe, présente-t-elle une multitude de petites têtes sphériques bien distinctes les unes des autres.

Fasciation des filaments. — Dans les cultures sur carotte, la plante se présente fréquemment sous l'aspect fasciculé, avec une disposition assez particulière. Les filaments dressés qui s'agrègent sont étroits comme les filaments rampants; ils forment une colonne serrée qui va s'amincissant vers l'extrémité, et sur les flancs de laquelle se développent des tigelles sporifères entremêlées, formant feutrage (fig. 5 et 3) (1). L'extrémité de la colonne mycélienne reste toujours stérile.

Cette disposition n'est pas très fréquente chez les Champignons inférieurs. Souvent, comme dans les *Coremium*, ce sont les filaments sporifères qui s'agrègent, sans modifier leur aspect, et en restant fructifères à leur extrémité. Parfois, comme dans les *Graphium*, les filaments fructifères agrégés sont différenciés par rapport aux filaments fructifères des *Sporotrichum* dont ils proviennent, ainsi que l'a montré récemment M. Boulanger (2). D'autres fois, comme dans l'*Arthrobotrys superba*, où j'ai signalé le fait (3), ce sont bien encore les filaments fructifères qui s'accolent, mais ils perdent la faculté de donner des spores à leur extrémité; seuls deviennent fructifères ceux qui échappent au contact des filaments voisins et aux anastomoses qui en sont la conséquence. Ici les touffes fasciculées sont formées de mycelium et non d'arbuscules sporifères; ceux-ci se développent latéralement, sans présenter d'ailleurs de caractères différentiels avec les *Gliocladium* normaux (1).

---

(1) La figure 5 donne l'aspect d'ensemble de la fasciation; les tigelles fructifères sont plus nombreuses et plus touffues que cela n'a été figuré. La fig. 3 donne à un plus fort grossissement l'aspect d'une tigelle isolée, insérée obliquement sur le faisceau filamenteux.

(2) E. Boulanger : *Sur le polymorphisme du genre* Sporotrichum (in *Revue générale de Botanique*, vol. VII, 1895, p. 166).

(3) L. Matruchot : *Recherches sur le développement de quelques Mucédinées* (Paris, A. Colin, 1892.)

Forme parfaite. — Au bout de quelques semaines, quand la culture est déjà desséchée et s'affaisse sur elle-même, l'appareil ascosporé du *Gliocladium* commence à se développer. On voit naître un réseau de filaments qui se ramifient et s'enchevêtrent de façon à former une sorte de faux tissu. C'est le début du périthèce. Pendant un temps encore assez long, rien n'apparaît à l'intérieur; il se fait, comme M. Van Tieghem l'a observé dans le développement du périthèce de *Sterigmatocystis*, un temps de repos; puis les cellules-asques se développent et produisent chacune huit spores.

A ce stade, le périthèce, vu par transparence ou en coupe, présente deux parties nettement distinctes : une couche superficielle, constituée par un faux tissu épais et résistant, à surface membraneuse, brunâtre et lisse (fig. 6, a); et une cavité interne entièrement remplies d'asques portées sur des filaments courts (fig. 6 et 7). Les périthèces ont de $0^{mm}5$ à $1^{mm}5$ de diamètre.

Les asques sont en forme de sac irrégulièrement ovale, d'environ 175 μ sur 75 (fig. 8); elles renferment 8 spores, qui sont mises très tôt en liberté dans le périthèce, la paroi de l'asque étant assez éphémère.

Les ascospores sont rigoureusement sphériques et assez volumineuses (20 μ de diam.); leur paroi est épaisse, d'un brun jaunâtre. cutinisée, et munie d'ornements externes en forme d'épines ou de verrues (fig. 9, a), dont le développement peut aller jusqu'à doubler le diamètre apparent de la spore (fig. 9, b). Dans l'intérieur du protoplasma se trouve une et quelquefois deux gouttelettes huileuses.

Les ascospores germent facilement (fig. 10). J'en ai étudié le développement en goutte suspendue dans des cellules Van Tieghem; elles donnent un mycelium semblable à celui que donnent les conidies, et sur ce mycelium se développe l'appareil conidifère du *Gliocladium*.

Les périthèces restent indéfiniment clos ; c'est par destruction de la membrane d'enveloppe que les spores peuvent être mises en liberté. La forme parfaite du *G. penicillioides* est donc une Périsporiacée. Sa vie saprophytique et la couleur brune de ses spores doivent la faire ranger dans le groupe des Périsporiées phéosporées, où il constitue un genre nouveau, au voisinage des *Orbicula*, *Ascotricha*, etc. Son périthèce nu, sphérique et à surface lisse, ses asques globuleuses, non pédicellées, ses ascospores sphériques, échinulées ou verruqueuses, enfin sa forme conidienne, constituent des caractères qui le différencient nettement des autres Périsporiées phéosporées.

---

(1) Il est à noter en passant que cette colonne mycélienne n'est pas un début de périthèce comme c'est le cas dans divers Ascomycètes, les *Bulgaria*, par exemple. La forme fasciculée est ici une formation indépendante, ne faisant pas transition vers la forme parfaite.

La forme parfaite des *Gliocladium* n'est donc pas un *Eurotium*, comme Winter l'avait supposé ; par les caractères que je viens d'énumérer, elle s'éloigne profondément de tous les *Eurotium* connus. Elle s'éloigne également de la forme parfaite des *Sterigmatocystis* et de celle des *Penicillium*, dont la forme conidienne aurait pu sembler devoir les rapprocher. La seule présence d'un mucus englobant les spores et fourni par la gélification de leur membrane est donc, chez les Champignons inférieurs, un caractère différentiel important. C'est avec raison qu'il est considéré, par les divers auteurs s'occupant de la classification des Mucédinées, comme un des premiers caractères à faire intervenir pour créer des groupes naturels dans ces formes si mal connues.

GLIOCLADIUM COMPACTUM Cooke et Massee.

La diagnose donnée par Cooke et Massee du *G. compactum* correspond très sensiblement à un *Gliocladium* trouvé par moi sur un Agaric en putréfaction. J'ai pu isoler et cultiver à volonté cette Mucédinée. Dans la nature, les capitules sont petits et de nuance café au lait, « ferrugineux » d'après Cooke. Dans les cultures pures sur carotte, la nuance a varié jusqu'au blanc pur d'une part, dans les parties les plus aérées et les plus desséchées de la culture, d'autre part jusqu'à une couleur orangée, dans les régions humides.

La tigelle fructifère est courte et grêle, 200 μ de haut en moyenne et 3 μ seulement de diamètre, calibre à peine supérieur à celui des filaments rampants (fig. 11). Dans la partie inférieure des tubes de culture, le nombre des pieds fructifères est si considérable et l'abondance des spores si grande, que les capitules voisins finissent par se toucher, confluent ensemble et donnent au champignon l'aspect d'une masse informe, mucilagineuse et orangée, recouvrant entièrement le substratum, et dans laquelle flottent les spores tombées. Dans les cultures âgées, la nuance orangée se conserve indéfiniment.

Enfin la ramification du pinceau sporifère est peu fournie et les spores sont petites (4-5 μ sur 2-3 μ).

Ces derniers caractères (dimensions de l'appareil sporifère, dimensions et couleur des spores) ne sont que des caractères spécifiques de second ordre et ne suffiraient pas à faire du *G. compactum* une espèce nettement distincte du *G. penicillioides*. Mais d'une part un premier caractère important est tiré de la comparaison du calibre des filaments rampants et des filaments sporifères ; d'autre part, de ces deux plantes, que j'ai cultivées simultanément et comparativement, la seconde seule donne (et donne toujours) dans son développement sur carotte à 30° un appareil ascosporé. Ces caractères importants, joints aux caractères de moindre valeur systématique que j'ai énumérés plus haut, me font considérer le *G. compactum* Cooke et Massee comme une espèce autonome bien définie.

GLIOCLADIUM LIGNICOLUM Grove.

Il n'en est pas de même du *G. lignicolum* Grove. Cette plante ne diffère du *G. penicillioides* que par des caractères trop peu marqués. Les dimensions des conidies sont plus faibles (2-2,5 μ sur 1,5) et l'habitat n'est pas le même. Mais pour les Champignons non parasites, l'habitat ne saurait être un caractère spécifique ; quant aux conidies, ce sont des organes à dimensions souvent fort variables. Je refuse donc toute valeur spécifique à la forme observée par Grove, valeur spécifique que l'auteur lui-même semble mettre en doute.

GLIOCLADIUM AGARICINUM C. et M.

Les caractères donnés par Cooke pour définir le *G. agaricinum* ne me paraissent pas justifier la création d'une espèce autonome. Bien que n'ayant jamais eu cette espèce entre les mains, je suis conduit, par l'étude de la variabilité de caractères, soi-disant spécifiques dans les autres espèces de *Gliocladium* à considérer le *G. agaricinum* comme une simple forme du *G. penicillioides*.

Le caractère de la *confluence des capitules* s'observe fréquemment chez le *G. compactum* et chez le *G. penicillioides*, quand la culture est faite sur un milieu très nutritif et fortement humide.

Quant aux *rameaux extrêmes verticillés par quatre*, je les ai observés chez tous les *Gliocladium* que je connais, mais ce caractère ne présente aucune constance, et sur le même pied on peut trouver des ramifications ternaires et des ramifications quaternaires.

Enfin la forme des conidies varie trop facilement dans une même espèce, et trop souvent aussi sur le même individu, pour que la forme *subglobuleuse*, mise en regard d'une forme ovale, puisse être considérée comme ayant une valeur spécifique.

GLIOCLADIUM VIRIDE Matr.

Le *G. viride* présente dans son développement une particularité que n'offrent pas les espèces précédentes, et dont on ne trouve même aucun exemple dans tout le groupe des Champignons inférieurs. A ce titre il mérite de fixer l'attention.

J'ai recueilli le *G. viride* sur un *Clitocybe* en décomposition, ramassé par moi, au printemps, dans un bois près de Bonnières (Seine-et-Oise). Il se présentait sous forme d'une gouttelette mucilagineuse d'un vert franc, supportée par un court pédicelle.

Une fois isolé et purifié, le *G. viride* se cultive facilement sur la plupart des milieux nutritifs habituellement employés : tranches de carotte, de navet, bouillons gélatinés, morceaux de bois ou d'écorce, etc.

Le mycelium fourni par la germination de la spore est de calibre assez variable (3 μ à 6 μ), cloisonné, ramifié, présentant de place en place des renflements hyalins, comme cela se voit chez de nombreuses Mucédinées. En un point de ce mycelium se dresse une tigelle verticale, dont le diamètre s'accroît peu à peu (jusqu'à 12 μ en moyenne) et dont l'extrémité devient sporifère. La formation du *pinceau*, par juxtaposition de la tigelle principale et des rameaux de divers ordres nés sur elle, se fait comme dans le *G. penicillioides*. Les spores sont ovales et de dimensions très variées (3 6 μ sur 2-3 μ); elles sont agglutinées en boules rigoureusement sphériques (fig. 12) par un mucus d'un beau vert.

Rappelons, pour mieux la préciser, la façon dont naissent les rameaux primaires se développant sur l'axe principal. Ceux d'un même verticille naissent en général successivement, *directement au-dessous d'une cloison*, comme un bourgeonnement de la partie supérieure d'une cellule. Lorsqu'un verticille est complet, il s'en forme un nouveau sous la cloison immédiatement précédente. Et ainsi de suite. En résumé, les verticilles de rameaux qui constituent le pinceau sporifère naissent de plus en plus bas sur la tige principale, le plus ancien aux dépens de l'avant-dernière cellule, le suivant aux dépens de l'antépénultième, etc. (fig. 13). Tous se dirigent vers le haut parallèlement à la tige principale : leur géotropisme est *négatif*.

En même temps que se développe ainsi, en haut de la tige, l'appareil sporifère, se développe parallèlement, en bas, un appareil fixateur. De la deuxième cellule du pied, *immédiatement au-dessus d'une cloison*, partent un ou plusieurs rameaux primaires, qui, cette fois, se dirigent *vers le bas* et, après s'être ramifiés à leur tour, prennent contact avec le substratum. Bientôt après, c'est la cellule suivante de la tige, la troisième à partir du bas, qui donne naissance à un autre verticille de rameaux primaires, se comportant de même. Et ainsi de suite. Finalement l'appareil fixateur présente l'aspect d'un pinceau de filaments renversé, beaucoup moins régulier et moins fourni que le pinceau fructifère, et dont les ramuscules extrêmes s'étalent sur le milieu nutritif ou s'y recroquevillent, pour y puiser la nourriture et y prendre un appui (fig. 13).

En résumé, le *Gliocladium viride* est muni vers le haut, d'un pinceau *sporifère*, vers le bas d'un pinceau *fixateur*. Les deux pinceaux sont symétriques l'un de l'autre et inversement géotropiques ; enfin, leur développement est simultané et le second semble répondre à une nécessité physiologique créée par l'accroissement continu du premier.

Un fait à signaler se produit chez les individus assez âgés et à pédoncule court (fig. 14). Le pinceau sporifère s'augmentant de branches nouvelles nées de plus en plus bas, et le pinceau fixateur de branches nouvelles nées de plus en plus haut, il arrive un moment où les deux pinceaux se rejoignent à mi-hauteur de la tige, puis empiètent l'un sur l'autre. On voit alors une même cellule de la tige, ayant déjà fourni *à sa partie supérieure* un verticille de rameaux fixateurs sporifères se dirigeant *vers le haut*, donner alors, mais cette fois à *sa partie inférieure*, un verticille de rameaux fixateurs se dirigeant *vers le bas*. Le même processus se poursuivant indéfiniment, la tige principale se trouve bientôt entourée d'une sorte de couche corticale formée par les rameaux montants et les rameaux descendants, accolés parallèlement et fortement intriqués ensemble. Ce processus qui, à ma connaissance, n'a pas d'analogue dans le groupe des Champignons, n'est pas sans rappeler, d'une façon lointaine, il est vrai, ce qui se passe dans la cortication de la tige des Characées.

CONCLUSION

En résumé l'étude expérimentale que j'ai faite sur trois des cinq espèces de *Gliocladium* actuellement connues m'a conduit aux résultats suivants :

1° Les caractères tirés du mode de ramification ternaire ou quaternaire des rameaux ultimes du capitule, de la coalescence ou de la non coalescence des capitules entre eux, de la forme et de la taille des conidies, sont des caractères illusoires pour définir les diverses espèces de *Gliocladium*, car ils dépendent des conditions de milieu. Dans la même culture pure on peut obtenir l'un et l'autre des deux caractères opposés.

Il en est de même des caractères tirés de la couleur des spores, du moins pour toutes les nuances qui vont du blanc au brun-acajou, en passant par la nuance rose chair.

En conséquence deux des espèces actuellement admises, *G. lignicolum* Grove et *G. agaricinum* C. et M., doivent disparaître de la classification, comme rentrant dans l'espèce de Corda, *G. penicillioides*. Les seules espèces bien définies sont : *G. penicillioides* Corda, *G. compactum* C. et M., *G. viride* Matr.

2° Le développement du *G. viride* présente une particularité intéressante, à savoir l'existence d'un *pinceau fixateur* vers le bas de la tigelle sporifère ; ce pinceau fixateur est symétrique du *pinceau sporifère* et leur développement est simultané.

3° Le *G. penicillioides* peut présenter une forme fasciculée d'une nature assez spéciale.

4° Le *G. penicillioides* donne naissance à une forme parfaite qui est un Ascomycète du groupe des Périsporiacées. En conséquence, le genre *Gliocladium* doit être rattaché aux Ascomycètes.

Cette Périsporiacée, non encore décrite, a les caractères suivants : périthèce à surface brune, membraneuse et lisse, entièrement dépourvue d'appendices ; asques arrondies et octospores ; ascospores sphériques, brunes, à paroi épaisse et fortement verruqueuse ou échinulée. Ces caractères en font un genre nouveau, du groupe des Périsporiées phéosporées.

5° Malgré leur ressemblance apparente avec les *Penicillium*, dont ils semblaient jusqu'alors ne différer que par la présence d'un mucilage englobant les spores, les *Gliocladium* s'en éloignent profondément, comme le montre l'étude des formes parfaites chez ces deux genres de Champignons.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 16

Fig. 1 à 10. — *Gliocladium penicillioides*.

Fig. 1. — Début de la tigelle sporifère.

Fig. 2. — Début de la ramification terminale.

Fig. 3. — Une tigelle sporifère ayant acquis tout son développement. Elle s'insère sur une colonne dressée, formée de filaments fasciculés. Gr. = 340

Fig. 4. — Un pinceau sporifère. On n'a dessiné qu'une faible partie des spores formant le globule terminal. Gr. = 420

Fig. 5. — Etat fasciculé, sporifère sur les côtés, stérile à l'extrémité.

Fig. 6. — a, Portion de périthèce, montrant la structure de la membrane d'enveloppe; — b, portion de périthèce mûr, vu en coupe optique.

Fig. 7. — Un périthèce légèrement écrasé et laissant échapper des asques. Gr. = 30

Fig. 8. — Deux asques renfermant chacune 8 spores. Gr. = 125

Fig. 9. — Ascospores, montrant les divers ornements qu'on peut y rencontrer. Gr. = 420

Fig. 10. — Ascospores germant. Gr. = 340

Fig. 11. — *Gliocladium compactum*. Gr. = 420

Fig. 12 à 14. — *Gliocladium viride*.

Fig. 12. — Vue d'ensemble du *G. viride*. Gr. = 100

Fig. 13. — Détail de l'arbuscule fructifère. Gr. = 340

Fig. 14. — Un arbuscule court et âgé, montrant l'enchevêtrement du pinceau sporifère et du pinceau fixateur. Gr. = 340

INFLUENCE

DE LA

LUMIÈRE ÉLECTRIQUE CONTINUE

SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES PLANTES

par M. **Gaston BONNIER** *(Suite)*.

Pinus austriaca Host.

Cette espèce, cultivée en pot comme la précédente, a présenté aux divers éclairements des différences encore plus intéressantes.

1° *Structure de la feuille.* — Si l'on compare une feuille du milieu de la pousse d'un an complètement développée à la lumière électrique continue, à la feuille correspondante d'une pousse analogue normale, on peut noter les différences suivantes, en considérant la coupe faite au milieu de la feuille (fig. C_7 et B_7, pl. 7).

Chez l'échantillon développé à la lumière continue, les stomates *s* sont à cellules plus petites et moins différenciées; l'épiderme *ep* est à parois minces et non lignifiées, tandis qu'il est à parois épaisses et très lignifiées dans l'échantillon normal.

Il en est de même de l'assise sous-épidermique *h* qui, de plus, est unique à la lumière continue, tandis qu'elle est souvent doublée d'une seconde assise sclérifiée à la lumière discontinue.

Le parenchyme cortical *ec* est bourré de grains de chlorophylle, mais moins développé par rapport aux tissus du cylindre central.

Ce qu'il y a de remarquable à considérer dans ce parenchyme, c'est qu'il ne présente pas ces curieux replis internes, si caractéristiques du genre Pin, et qui sont très développés dans l'échantillon normal. C'est à peine si dans l'échantillon à la lumière continue on aperçoit quelques pointements internes des cellules qui indiquent comme une légère ébauche de ces replis.

En outre, les canaux sécréteurs *c* contenus dans ce parenchyme sont, à la lumière continue, moins différenciés et plus rapprochés du bord de la feuille ; c'est encore là une différence importante puisque la position des canaux sécréteurs est un caractère de tribu dans le genre Pin.

Les cellules de l'endoderme *ed* ressemblent presque à celles de l'écorce qui l'avoisinent et ont des épaississements peu marqués, tandis que dans l'échantillon normal ces mêmes cellules sont tout-à-fait différentes de celles de l'écorce et ont des épaississements très marqués.

Il y a moins de différences dans les tissus du cylindre central. A la lumière continue, le tissu aréolé *ar*, le liber *l* et le bois *b*, sont à peu près aussi différenciés qu'à la lumière discontinue, mais les deux faisceaux libéro-ligneux sont beaucoup plus écartés l'un de l'autre et sont séparés entre eux par 15 à 20 assises de tissu conjonctif, au lieu de ne l'être que par 5 à 8.

Les feuilles du même Pin qui était cultivé à la lumière électrique continue, ont été éclairées aussi en même temps, sur d'autres pousses, à la lumière électrique discontinue. Des écrans étaient placés sur ces branches tous les soirs à 6 heures et enlevés à 6 heures du matin. On retrouvait alors sensiblement dans la feuille la structure normale, sauf une lignification moindre de l'épiderme et ses assisses sous-jacentes.

On voit donc que ces grandes différences de structure entre la feuille à la lumière électrique continue et la feuille normale, tiennent plus à la continuité de la lumière qu'à la nature même de cette lumière.

2° *Structure de la tige.*— Comparons de même la section de la tige au milieu de la pousse feuillée qui atteint la différenciation complète de la première année.

Dans l'échantillon à la lumière continue, l'épiderme a les cellules moins différenciées, une écorce relativement plus épaisse, à cellules bien plus semblables entre elles que dans l'échantillon normal et des canaux sécréteurs assez analogues ; le cylindre central a des faisceaux qui ne sont pas encore tous reliés entre eux par les formations secondaires, tandis que dans l'échantillon normal on observe une assise génératrice parfaitement continue. Enfin la moelle n'est pas beaucoup plus développée, tandis que dans une tige comparable étiolée à l'obscurité la moelle prend, au contraire, un très grand développement.

— Le *Pinus silvestris* L. a présenté des différences analogues, mais un accident dans les cultures ne m'a pas permis d'étudier les feuilles comparables ayant achevé leur différenciation de la première année aux divers éclairements.

Taxus baccata L.

Des pieds d'If cultivés comme les Gymnospermes précédentes m'ont fourni les modifications suivantes :

1° *Structure de la feuille.* — Si on compare les coupes faites au milieu du limbe de deux feuilles ayant achevé leur différenciation au bout d'un an, on trouve les différences suivantes chez la feuille développée à la lumière continue, par rapport à la feuille normale.

La figure C_9 de la planche 10 représente une coupe de la feuille développée à la lumière continue.

L'épiderme E a sa cuticule beaucoup moins épaisse, les stomates S sont plus nombreux à la face supérieure, le tissu en palissade est beaucoup moins marqué et les cellules du tissu cortical CC sont, en général, plus grandes.

Il n'y a pas de différences importantes dans le faisceau libéroligneux L, B.

2° *Structure de la tige.*— La tige, à la lumière continue, présente à la fin de la première année : une écorce plus développée par rapport au cylindre central ; un épiderme à cuticule beaucoup plus mince ; un tissu cortical moins différencié et n'ayant pas ces grandes cellules médianes que l'on observe à la lumière discontinue ; des formations libéro-ligneuses moins épaisses et une moelle dont les cellules sont à peu près semblables à celles de l'écorce.

Pteris tremula R. Br.

Cette Fougère s'est très bien développée aux éclairements différents et les comparaisons ont pu s'établir facilement pour les diverses régions de la feuille.

Structure de la feuille. — Les figures C_{10} et D_{10} de la planche 11 représentent deux sections pratiquées à des endroits exactement comparables du pétiole de la feuille, la première à la lumière discontinue normale, la seconde à la lumière électrique continue. On voit sur la figure D_{10} que l'épiderme *ep* est à cellules très épaissies, à peu près identiques à celles des assises sous-jacentes *h*, de telle sorte que chez la plante adulte l'épiderme n'est pas indiqué nettement comme formant une assise différenciée.

Au contraire, à la lumière continue (fig. C_{10}), on observe ce fait très remarquable : l'épiderme *ep* se montre sous la forme d'une assise absolument distincte des cellules sous-jacentes *h*. Les cellules épidermiques sont allongées perpendiculairement à la surface du pétiole et sont beaucoup plus grandes que les assises voisines du tissu cortical. En outre, aucune de ces cellules ne présente les épaississements qu'on observe à la lumière discontinue. Les cellules *h*, au lieu de former un tissu scléreux, sont à parois minces et riches en chlorophylle. Le reste du tissu cortical *ec* offre çà et là, à l'éclairement discontinu, des méats qui disparaissent complètement à l'éclairement continu.

Pour l'endoderme il se produit l'inverse de ce qu'on observe à propos de l'épiderme. En effet, la figure D_{10} de la structure normale fait voir l'endoderme *ed* parfaitement net et très distinct à la fois des cellules péricycliques et des cellules corticales voisines. La figure C_{10} montre, au contraire, cette même assise *ed* peu différenciée et souvent très difficile à distinguer des éléments voisins, soit de l'écorce, soit du cylindre central.

Le liber *l* et le bois *b* ne présentent dans les deux cas aucun changement bien sensible.

En somme, ce qui est le plus intéressant dans l'étude de cette plante, c'est de voir, pour l'épiderme et pour l'endoderme, des changements de structure inverses l'un de l'autre aussi nettement marqués, et dus seulement à la différence de l'éclairement reçu.

II

VARIATIONS DE LA STRUCTURE AVEC L'INTENSITÉ DE LA LUMIÈRE

Toutes les cultures précédentes ont été faites à un éclairement électrique relativement peu intense et chaque espèce étudiée a été éclairée toujours avec la même intensité lumineuse, à la lumière électrique continue ou à la lumière électrique discontinue. L'éclairement discontinu normal présentait seul des variations d'intensité lumineuse variant aux diverses heures de la journée.

Deux résultats principaux ont été obtenus à la lumière continue : 1° l'abondance de la chlorophylle dans les cellules ; 2° la simplification de la structure et de la différenciation des tissus.

Au sujet de ce second caractère, il y a lieu de se demander s'il n'est pas dû à deux causes différentes. Les expériences faites simultanément avec la même espèce, d'une part à la lumière électrique continue, d'autre à la même lumière électrique de même intensité, mais discontinue (interruption par des écrans de 6 h. du soir à 6 h. du matin), prouvent que la continuité de la lumière joue un rôle dans cette simplification de la structure. En effet, on a toujours trouvé que la structure d'un même organe était plus différencié à la lumière électrique discontinue qu'à la lumière électrique continue.

Mais cette différenciation plus grande était moindre cependant qu'à la lumière discontinue normale.

Il revient donc une certaine part à la faible intensité de la lumière dans cette simplification de structure qui se rapproche plus ou moins de celle qu'on observe à l'obscurité. Cette sorte d'*étiolement vert* qu'on observe dans toutes les cultures à la lumière continue doit donc tenir à deux causes : continuité de la lumière, faible intensité de cette même lumière.

Dans le but de voir quelle part revient à cette dernière cause, j'ai installé quelques cultures en exposant les mêmes plantes, pendant leur développement, à des lumières électriques d'intensité différentes, toutes les autres conditions restant les mêmes.

Pour établir des cultures comparées de ce genre, je plaçais les plants semblables d'une même espèce à des distances différentes de la source lumineuse, composée de deux lampes à arc rapprochées l'une de l'autre.

Enfin j'obtenais une intensité supérieure à celle des plantes les plus rapprochées en plaçant un système de glaces disposées en une sorte de paravent, derrière la plante éclairée.

Pour toutes les plantes les distances ont été les mêmes. J'appellerai ainsi, pour abréger, les intensités qui leur correspondent : I_1 à à 0m50 des lampes, avec paravent de glaces, I_2 à 0m50, sans glaces; I_3 à 1m; I_4 à 2m; I_5 à 4m; I_6 à 6m. Des écrans convenables en verre protégeaient toutes les plantes contre l'action nuisible des rayons ultra-violets.

Certaines de ces cultures ont été établies à la lumière électrique discontinue, d'autres à la lumière électrique continue.

Je vais en donner les principaux résultats.

1. CULTURES A LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE DISCONTINUE, A DIVERSES INTENSITÉS

1. *Ranunculus asiaticus.* — Cette espèce a été cultivée parallèlement en plantant des griffes de Renoncules semblables aux intensités I_1, I_4, I_6. Des écrans noirs étaient mis en même temps sur toutes ces cultures tous les soirs à 6 heures, et retirés à 6 heures du matin.

Des feuilles comparables de la base ont été recueillies lorsqu'elles avaient achevé leur différenciation à ces divers éclairements. Les différences de structure observées étaient les suivantes :

A l'intensité la plus faible I_6, les éléments de la feuille étaient assez semblables entre eux ; cependant les deux assises situées au-dessous de l'épiderme étaient un peu plus allongées perpendiculairement à la surface, les stomates étaient peu nombreux, la cuticule à peine indiquée, les cellules épidermiques, vues de face, avaient leurs parois contournées.

A l'intensité moyenne I_4, les deux assises du mésophylle situées du côté supérieur étaient nettement palissadiques ; quelques lacunes s'indiquaient entre les cellules des autres assises, la cuticule était plus épaisse, les stomates plus nombreux ; les cellules épidermiques, vues de face, avaient leurs parois contournées.

A l'intensité la plus forte I_1, on voyait les deux assises en palissade (quelquefois trois) à cellules plus allongées perpendiculairement au limbe ; le tissu lacuneux était nettement différencié ; la cuticule était encore sensiblement plus épaisse, les stomates un peu plus nombreux que dans les feuilles développées à l'intensité

I_4 ; enfin, les cellules de l'épiderme, vues de face, avaient leurs parois bien moins contournées.

Ce premier résultat, obtenu avec des cultures comparables, où aucune autre condition que l'éclairement n'était changée, où chaque éclairement restait constant, vient donc confirmer les résultats obtenus, avec la lumière naturelle, dans les expériences de M. Dufour, relatives à la structure des feuilles à l'ombre et au soleil (1).

— Des différences de même ordre ont été obtenues, avec des cultures de *Ranunculus acris,* aux intensités I_1, I_4, I_6.

2. *Lepidium sativum.* — Les graines de *Lepidium sativum* (Cresson alénois) germent facilement et se développent bien aux divers éclairements. Des semis ont été faits en même temps et exposés aux intensités I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, avec obscurité de 6 h. du soir à 6 h. du matin.

La structure des feuilles comparables se montre de plus en plus différenciée suivant l'intensité des divers éclairements, jusqu'à acquérir, à l'intensité I_1, un mésophylle dont toutes les cellules sont orientées de manière à présenter leur plus grande dimension perpendiculairement au limbe.

3. *Fragaria vesca.* — Des plants de cette espèce recueillis à Fontainebleau, issus du même pied originaire et tout à fait comparables, ont été placés aux éclairements d'intensité I_1, I_3, I_6.

A l'intensité la plus forte, le limbe présentait deux assises en palissade bien marquées et un tissu lacuneux à trois ou quatre assises de cellules. Les cellules épidermiques, vues de face, étaient presque isodiamétriques. Le pétiole avait les éléments lignifiés des faisceaux bien différenciés.

Aux intensités moindres I_3, I_6, une seule rangée de cellules en palissade était distincte et les lacunes du tissu lacuneux étaient moins développées. Le nombre des stomates, par unité de surface, était moindre qu'à l'intensité I_1 ; les cellules épidermiques se montraient moins isodiamétriques. Enfin, le pétiole n'avait que les vaisseaux du bois lignifiés.

— Des différences semblables ont été observées avec des cultures de *Leucanthemum vulgare* aux intensités I_2, I_4, I_6.

---

(1) L. Dufour : *Influence de la lumière sur la forme et la structure des feuilles* (Ann. Sc. Nat., Bot. 7e série, t. V, p. 311, 1887).

4. *Ligustrum vulgare.* — Des plants de Troëne ont été exposés, avant l'épanouissement de leurs bourgeons, aux éclairements les plus différents I_1 et I_6.

J'avais choisi cette espèce comme sujet d'études, parce qu'elle a déjà été cultivée à l'ombre et au soleil par M. Dufour, qui a décrit la structure des feuilles avec détail à deux éclairements très différents.

L'examen des coupes transversales du limbe et des nervures principales confirme les résultats obtenus par l'auteur que je viens de citer.

En effet, à l'intensité la plus grande I_1, on distinguait nettement dans une coupe du limbe de la feuille deux assises en palissade dont la supérieure à cellules un peu plus allongées que l'inférieure et un tissu lacuneux très marqué ; à l'intensité la plus faible I_6, la première assise en palissade était seule indiquée et les lacunes étaient à peine marquées dans le tissu lacuneux. De plus, une coupe transversale de grosses nervures montrait un bois plus développé et un liber plus différencié à l'intensité I_1, une écorce à assises plus nombreuses.

D'une manière générale, le limbe était plus épais dans toutes ses parties à l'éclairement le plus intense.

5. *Crocus vernus.* — Des bulbes de cette espèce ont été plantés au premier printemps à tous les éclairements I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6. Les feuilles ont montré de très grandes différences de structure, dont la différenciation décroissait régulièrement avec l'éclairement.

J'ai cultivé également à lumière discontinue, mais à la lumière solaire, des bulbes comparables aux précédents, à des intensités différentes, jusqu'à la faible intensité que peut tolérer cette espèce dans un appartement. Les résultats ont été les mêmes. La différenciation était plus grande à tous les éclairements de la lumière électrique que pour la plante qui développait encore ses feuilles vertes au milieu d'un appartement.

Aux intensités les plus fortes, il y avait deux ou trois assises en palissade bien différenciées à la face supérieure du limbe, et les fibres péricycliques des faisceaux étaient à parois très épaisses et lignifiées. La section générale du limbe de la feuille présentait au milieu une partie lozangique, prolongée des deux côtés par le limbe à peine recourbé sur les bords.

Aux intensités les plus faibles il n'y avait presque aucune indication de tissu en palissade et les éléments du mésophylle se ressemblaient beaucoup. Les fibres péricycliques des faisceaux étaient encore à parois bien lignifiées, mais moins épaisses. Les stomates étaient moins nombreux. Enfin la section du limbe de la feuille présentait au milieu une partie carrée, prolongée des deux côtés par le limbe moins étendu et plus recourbé sur lui-même.

6. *Pinus austriaca.* — Des pieds en pot de ce Pin, cultivés comme ceux dont on a parlé dans le chapitre précédent, ont été exposés aux éclairements d'intensité I_2 et I_4. Ils ont montré, dans les deux cas, des feuilles dont la structure était celle de la lumière normale discontinue ; mais à l'intensité plus forte, les cellules épidermiques et sous-épidermiques avaient les parois plus épaisses.

On voit, en somme, qu'à la lumière électrique discontinue, on retrouve les différences de structure observées avec éclairements solaires différents. La plus grande intensité de la lumière électrique favorise les mêmes différenciations de structure que la plus grande intensité solaire.

Ce n'est donc pas la *nature* de la lumière employée qui a provoqué les différences de structures décrites précédemment.

---

2. CULTURES A LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE CONTINUE, A DIVERSES INTENSITÉS

Des lots semblables des diverses espèces dont on vient de parler dans le paragraphe précédent ont été placés aux mêmes intensités différentes de lumière électrique, à côté de ceux dont il vient d'être question, mais à la lumière continue, jour et nuit, sans interruption par des écrans. Les résultats obtenus, relativement à la structure, sont les suivants :

1. *Ranunculus asiaticus.* — Les plants cultivés à la lumière électrique continue, aux diverses intensités, ont tous montré une structure plus simple et une chlorophylle plus abondante que ceux cultivés parallèlement à la lumière électrique discontinue.

A l'intensité la plus faible I_6, les éléments du mésophylle étaient tous semblables entre eux et contenaient tous de la chlorophylle.

A l'intensité moyenne I_4, les deux assises du mésophylle situées du côté supérieur étaient seulement un peu plus allongées que les autres.

A l'intensité la plus forte, ces deux mêmes assises étaient mieux marquées comme cellules palissadiques et se distinguaient surtout des autres par leur contenu plus riche encore en grains de chlorophylle.

Ce premier résultat montre déjà que l'intensité de la lumière agit encore sur la différenciation plus grande des tissus, mais d'une manière moins active à la lumière continue qu'à la lumière discontinue.

2. *Lepidium sativum.* — La structure des feuilles comparables s'est montrée presque la même à tous les éclairements ; cependant à la lumière continue d'intensité I_1 et I_2, les cellules des assises supérieures du mésophylle étaient mieux orientées perpendiculairement au limbe. Dans toutes les cultures, les grains de chlorophylle étaient très abondants et plus serrés que dans les cultures correspondantes faites à la lumière discontinue.

3. *Fragaria vesca.* — Un accident dans les cultures de cette espèce (échantillons dévorés par des insectes) a empêché d'établir les comparaisons.

4. *Ligustrum vulgare.* — La différenciation dans le tissu du limbe et dans les nervures principales était encore ici moins marquée à la lumière continue, à l'éclairement d'intensité I_1, qu'à la lumière discontinue. Les deux assises en palissade étaient semblables, moins bien marquées et le tissu lacuneux était plus compact. La cuticule était partout moins épaisse.

5. *Crocus vernus.* — Aux intensités I_1 et I_2, les feuilles de Crocus avaient leurs deux assises supérieures du tissu en palissade presque aussi différenciées qu'à la lumière discontinue, mais les autres assises et les faisceaux libéro-ligneux présentaient, au contraire, une différenciation moindre, et les grains de chlorophylle étaient répartis d'une manière plus uniforme dans les divers éléments du parenchyme foliaire.

6. *Pinus austriaca.* — Les pieds de ce Pin, cultivés à la lumière continue, ont toujours montré la structure générale qui a été décrite dans la première partie de ce Mémoire. A la lumière d'intensité la plus forte, on apercevait quelques légers pointements de la membrane à l'intérieur de plusieurs cellules de l'écorce. Le seul

résultat appréciable de la lumière continue d'intensité plus grande était la lignification de l'épiderme et de l'assise sous-jacente.

Ces dernières cultures montrent que la lumière électrique continue a, par le fait de sa continuité même, une influence sur la production de la chlorophylle et la simplification de la structure. Or, comme les expériences précédentes font voir que la lumière électrique discontinue provoque des modifications de même ordre que la lumière solaire discontinue, on peut dire que l'une des causes des changements de structure observés est purement et simplement la *continuité* de la lumière, indépendamment de sa nature ou de son intensité.

(*A suivre*).

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893 *(Suite)*.

Il était autrefois presque universellement admis que la transformation de l'amidon en matières sucrées, dans les feuilles et dans les tiges, a lieu sous l'influence de la même diastase que celle qui existe en abondance dans les graines en voie de germination.

Mais, il y a quelques années, M. Wortmann, ainsi que nous l'avons vu dans une de nos précédentes revues, se déclara contre cette opinion fort répandue, et prétendit, en se fondant sur un certain nombre d'expériences, que la diastase n'a aucune part dans la transformation physiologique de l'amidon des tiges ou des feuilles. Cet amidon serait transformé en matières solubles directement, par le protoplasme vivant des cellules.

M. **Jentys** (1) ne croit pas que cette conclusion soit justifiée par les recherches de M. Wortmann, au sujet desquelles on peut, à son avis, formuler plusieurs objections.

Les quantités de diastase qu'on trouve dans les feuilles et dans les tiges sont réellement très petites, mais cela ne force nullement d'admettre que la transformation de l'amidon ne peut être exclusivement enzymatique. La présence même de la diastase dans un organe végétal quelconque prouve que le protoplasme contenu dans les cellules de cet organe a la propriété de produire le ferment ; dès lors, rien n'empêche de supposer que cette production a lieu sans interruption, au fur et à mesure de la consommation. Le dosage, même le plus exact, ne donne aucune idée de la véritable puissance d'action du ferment. Une très petite quantité reproduite incessamment doit transformer des quantités énormes d'amidon.

Et il semble à M. Jentys que M. Wortmann s'exagère beaucoup l'importance du processus de la dissolution de l'amidon dans les feuilles et dans les tiges. Le calcul démontre que ce processus, dans les chloroleucites des feuilles, n'est au fond guère plus énergique que dans les graines qui germent. Il suffit, pour s'en faire une idée exacte, d'avoir soin de comparer les quantités d'amidon dissoutes, en un même temps, dans des poids égaux de matière sèche, des graines d'un côté et des feuilles de l'autre. En outre, la décomposition de l'amidon dans les feuilles est peut-être plus facile que dans les graines à cause de la dimension beaucoup plus petite des grains d'amidon dans les chloroleucites, comme aussi à cause de certaines particularités, dans la nature chimique.

---

(1) S. Jentys : *Sur les obstacles à la découverte de la diastase dans les feuilles et dans les tiges* (Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie, Nov. 1892).

Mais il est surtout un fait important qui est resté inaperçu de M. Wortmann et qui, une fois connu, enlève beaucoup de valeur aux conclusions qu'il a cru pouvoir tirer de ses explications. Ce fait est celui-ci : il est impossible, pour plusieurs raisons, de déterminer exactement la totalité des substances enzymatiques qui peuvent se trouver dans les feuilles ou dans les tiges, si l'on n'a pris, au préalable, quelques précautions indispensables. D'une part, en effet, il y a dans les extraits de ces organes, des composés qui entravent l'action de la diastase sur l'amidon ; de l'autre, il y a, en outre, dans les cellules végétales, des substances qui empêchent l'extraction du ferment par l'eau distillée. Cette cause d'erreur ne paraît pas avoir été soupçonnée par M. Wortmann; il n'est donc pas sûr que l'auteur ait dosé la quantité réelle de diastase renfermée dans les tissus qu'il a analysés. Par suite, la première étude à faire est celle des obstacles qu'on rencontre dans la détermination du ferment; et c'est cette question que, dans une partie de son travail, M. Jentys s'est attaché à élucider.

M. Jentys s'est servi de l'iode comme du réactif le plus commode pour l'observation des changements que subit la substance amylacée. Mais, comme l'amidon ne donne presque jamais, dans les extraits des feuilles, en présence de l'iode, la couleur bleue caractéristique, il a tâché d'abord de découvrir les causes de ce fait. Il a ainsi reconnu que ce sont les composés appartenant au groupe des substances dites tanniques. qui entravent cette action de l'iode. Non-seulement le tannin, dont l'influence était déjà connue, mais les acides gallique, quercitannique, catechutannique, la vanilline et la phloroglucine empêchent plus ou moins la coloration bleue caractéristique de l'amidon. En conséquence, la certitude sur l'absence absolue d'amidon dans les mélanges contenant les matières tanniques n'est pas facile à obtenir. L'amidon, d'après les expériences de M. Jentys, forme, avec les matières tanniques contenues dans les extraits des plantes, des précipités insolubles, qui résistent à l'influence de la diastase. Si la transformation n'est pas complètement impossible, elle n'a lieu, du moins, que très lentement.

On ne peut donc, comme l'a fait M. Wortmann, conclure qu'il n'y a pas de ferment dans les extraits des feuilles, parce qu'on ne constate pas d'action dissolvante sur l'amidon. Cette conclusion n'est applicable qu'aux cas, assez rares, où la diastase peut, dans l'extrait, agir, sans aucun obstacle, sur l'amidon soluble libre.

Le plus souvent, M. Jentys, en analysant les extraits de feuilles, y a trouvé des matières nuisibles à la transformation diastasique de l'amidon. Et cette influence des composés tanniques est due à la fois à leur présence même et à la précipitation de la diastase. Contrairement en effet à ce qu'admettait Dubrunfaut, M. Jentys a observé que la diastase précipitée par le tannin n'agit plus sur l'amidon.

Quant aux obstacles qui empêchent l'extraction, par l'eau, de la diastase des tissus végétaux, ils sont de nature mécanique et de nature chimique.

M. Jentys rappelle le fait connu, que la diastase passe difficilement à travers les corps à pores très minces, et qu'elle s'attache fortement à certaines substances, notamment aux composés tanniques.

Ses propres expériences démontrent, en outre, que la diastase est précipitée même dans les dissolutions de tannin très faibles. Or, comme il est presque impossible de broyer complètement les feuilles, et comme les cellules de ces organes contiennent toujours une certaine quantité de matières tanniques, la diastase reste, pendant l'extraction, à l'état insoluble, dans le marc, et ne passe dans l'extrait qu'en quantité insignifiante.

Les résultats négatifs obtenus par M. Wortmann se trouvent donc ainsi expliqués, et on voit qu'en définitive, si l'on en croit M. Jentys, ils ne sont nullement démonstratifs. De nouvelles recherches, faites avec une méthode plus perfectionnée, sont nécessaires.

Maintenant, remarque en terminant M. Jentys, si, par un procédé différent et plus sûr, on ne trouve pas néanmoins dans les feuilles une proportion plus forte de diastase soluble, il ne faudra pas encore trop se hâter d'admettre une influence directe du protoplasme. Car, il ne faut pas oublier qu'il existe une diastase insoluble dans l'eau, qui a la propriété de transformer l'amidon soluble en sucre. Et la présence de cette espèce de ferment dans les feuilles ou dans les tiges est très probable.

C'est pourquoi, avant d'abandonner les anciennes idées sur la dissolution de l'amidon dans les tissus des plantes, il est nécessaire d'attendre que l'expérience ait apporté un certain nombre de preuves décisives, qui manquent encore.

C'est la conclusion du travail de M. Jentys, et il faut reconnaître qu'en présence des objections et des faits que nous venons de résumer, elle paraît justifiée.

On croyait, jusqu'en ces derniers temps, que la membrane cellulaire, dans les tissus jeunes, et dans les tissus adultes que l'incrustation n'a pas modifiés, est formée par de la cellulose pure. Mais M. Mangin (1) vient de démontrer que cette opinion courante ne reposait que sur des observations microchimiques imparfaites.

---

(1) Mangin : *Étude historique et critique sur la présence des composés pectiques dans les végétaux* (Journal de Botanique, 1891 et 1892) — *Propriétés et réactions des composés pectiques* (Id., 1892). — *Observations sur la consti-*

En réalité, il est très rare que la cellulose constitue seule la paroi des cellules, comme cela a lieu dans les poils du Cotonnier, par exemple.

Presque toujours la cellulose est associée à un groupe de composés, les composés pectiques, qui s'en distinguent essentiellement par leurs réactions colorantes, leurs caractères optiques et leur grande mutabilité sous l'action des acides et des bases.

Le premier soin de M. Mangin a été de préciser ces propriétés, encore peu étudiées, et particulièrement les réactions colorantes dont la connaissance est surtout précieuse quand il s'agit de déterminer la nature et la répartition des substances qui se trouvent à l'intérieur de la cellule dans la membrane.

Or, M. Mangin démontre que bien souvent, trompé par l'idée fausse qu'on se faisait de la constitution chimique de la membrane, on a attribué à la cellulose des caractères qui sont ceux des matières pectiques.

Ainsi la cellulose ne fixe pas, comme on l'a dit quelquefois, les colorants basiques tels que le brun d'aniline, le bleu de méthylène, le bleu de naphtylène, le rouge neutre, la safranine, etc., tant qu'il n'y a pas eu de mordançage préalable. Au contraire, sans mordançage, les composés pectiques sont colorés par ces substances. La coloration disparaît par l'addition d'acides en solution peu diluée.

La cellulose ne fixe que les colorants acides de la série zoïdique comprenant, d'une part, les colorants de la série benzidique, qui agissent en bain alcalin (congo, benzopurpurine, deltapurpurine, benzoazurine, etc.) ; d'autre part, les colorants tétrozoïques, tels que l'orseilline BB, le noir naphtol, qui agissent en bain acide. La cellulose est, en outre, colorable en bleu par l'iode, en présence de certains sels en solution concentrée (chlorures de zinc, de calcium, d'aluminium, etc.) ou des acides non oxydants (acides sulfurique, phosphorique, etc.). Vis-à-vis de tous ces réactifs, les composés pectiques, comme les gommes, sont inertes.

Au point de vue des propriétés autres que les réactions colorantes, les composés pectiques, caractérisés par leur grande mutabilité, sont entièrement solubles dans les alcalis étendus, soit après l'action des acides en ébullition, soit après une longue macération dans les alcalis à froid ; tandis que, dans les mêmes conditions, la cellulose est insoluble ou à peine soluble.

---

tution de la membrane chez les Champignons (Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, Déc. 1893). — *Sur la constitution des cystolithes et des membranes incrustées de carbonate de chaux* (Id. 2e Semestre, 1892). — *Observation sur la présence de la callose chez les Phanérogames* (Bulletin de la Société botanique de France, 1892. — *Sur la constitution de la membrane chez quelques Champignons, en particulier chez les Polyporées* (Id. 1894).

La cellulose, d'autre part, est toujours anisotrope dans les membranes alors que les composés pectiques sont isotropes.

Enfin la cellulose est soluble dans le réactif de Schweizer, tandis que la pectose et les pectates sont insolubles s'ils n'ont pas subi l'action des acides, à froid et en solution étendue. C'est en mettant à profit cette différence de propriété à l'égard du réactif de Schweizer que M. Mangin a pu constater nettement la part qui revient aux composés pectiques dans la constitution des membranes des tissus mous. Des coupes de tissus ont été placées dans ce réactif et y ont séjourné plusieurs jours. Au bout de ce temps la cellulose était enlevée dans toutes les membranes, sauf dans les cellules lignifiées ; néanmoins la structure des tissus était entièrement conservée. Il entre donc, dans la composition de leur trame, des substances autres que la cellulose ; ce sont ces substances qui ont les propriétés des composés pectiques.

Ces composés comprennent plusieurs formes dérivant les unes des autres, mais la forme initiale paraît être un corps inerte, la *pectose*, si intimement mélangé à la cellulose que toutes les actions destinées à séparer ces deux corps transforment rapidement la pectose en un des produits solubles ou gélatinisables tels qu'acide pectique, pectine, etc. Le terme ultime de la série est l'acide métapectique, identifié maintenant avec l'acide arabique.

C'est la pectose qui, intimement unie à la cellulose, compose surtout, en grande partie, avec cette substance, les tissus jeunes (points végétatifs et méristèmes secondaires), les tissus mous, le liber, le collenchyme, l'épiderme, etc. Elle ne fait défaut que dans la plupart des tissus lignifiés, des tissus subérifiés ou cutinisés. Elle occupe toute l'épaisseur des membranes en mélange avec la cellulose, dont il n'est pas possible de la séparer sans l'altérer ; aussi n'a-t-on pu encore l'isoler. Parmi les réactifs qui la modifient il faut signaler le réactif de Scheveizer qui la transforme à froid en acide pectique.

Normalement, l'acide pectique se rencontre surtout à l'état de pectates insolubles, le plus souvent à l'état de pectate de chaux, dans tous les tissus mous adultes, où il occupe la région externe. Et, en cette région : 1° il forme la lamelle moyenne ou substance intercellulaire, et sert alors de ciment entre les diverses cellules des tissus ; 2° à la surface des espaces intercellulaires, il forme un revêtement très mince dans lequel se trouvent englobés les cristaux d'oxalate de chaux que présente souvent la membrane ; 3° le long de la ligne qui limite la surface d'adhérence de deux cellules voisines, les pectates insolubles forment une bordure assez épaisse, souvent saillante dans les espaces intercellulaires, et constitue ainsi des cadres limitant la surface d'union des cellules ; 4°, sur les bords de ces cadres, et souvent même sur la surface des revêtements intercellulaires, il se produit des excroissances affectant la forme de boutons (Hellébore, Euphorbe Épurge, etc.) ou de bâtonnets simples ou ramifiés (certaines Fougères) constitués exclusivement par des pectates insolubles. Enfin, parfois même, les pectates remplissent les espaces intercellulaires, par exemple dans les tubercules de Pomme de terre, dans l'Iris, dans l'*Equisetum arvense.*

Il résulte de là que tous les agents qui transforment les pectates insolubles en pectates doubles solubles, ou qui mettent l'acide pectique en liberté, tendent à dissocier les tissus mous. C'est ce qui arrive par l'ébullition prolongée des tissus dans l'eau pure ; par l'ébullition dans une solution de soude ou de potasse caustique, à 2 ou 5 pour 100 ; par l'action successive, et à froid, d'un acide faible et des dissolvants de l'acide pectique : alcalis, sels alcalins (carbonates, phosphates, silicates, savons, etc.), eau ammoniacale, sels ammoniacaux à acides organiques (oxalates, citrates, etc) ; ou encore sous l'action des organismes qui se nourrissent des composés pectiques, tels que le *Bacillus Amylobacter*, le *Sphaceloma Ampelium*, parasite de la vigne dans l'Anthracnose maculée.

Dans les tissus jeunes, la membrane est trop mince pour que l'observation directe permette d'y déceler la présence de l'acide pectique ; mais l'emploi des divers procédés de dissociation démontre, sans qu'il puisse y avoir doute, leur existence dans ces tissus.

La constitution de la première cloison qui se forme immédiatement après la division des cellules reste hypothétique ; elle renferme certainement de la cellulose et des composées pectiques, mais on ne saurait affirmer, quant à présent, si elle est homogène ou hétérogène. Le plus probable est que cette cloison est d'abord formée de pectates insolubles, et presque immédiatement renforcée par des couches d'apposition cellulosiques et pectosiques, dont l'épaisseur augmente graduellement. Dans ce cas, la lamelle moyenne serait individualisée à l'origine et constituée par des pectates, à l'exclusion de la cellulose.

Pendant la croissance, les membranes déjà formées subissent des modifications dues à une répartition nouvelle des substances qui les composent. Sous l'influence du protoplasme, la pectose des membranes se transforme en acide pectique, et les pectates résultant de cette transformation sont refoulés progressivement vers l'extérieur ; ces changements correspondent à l'apparition de la turgescence des tissus. Sous l'influence de la pression osmotique, les cellules tendant à occuper leur volume maximum, les pectates formant la lamelle moyenne primitive se gélatinisent peu à peu, et le dédoublement des membranes commence à se produire au sommet des cellules en déterminant la formation des méats. C'est à ce moment que se forment les cadres de pectates, les revêtements inter-cellulaires, et les bâtonnets ou les boutons qui hérissent quelquefois ces derniers.

Pour comprendre la réalisation de ces divers phénomènes, il est évidemment nécessaire d'admettre une intervention active du protoplasme, qui seule rend possible l'augmentation de la pression, et la transformation de la pectose en substance gélatinisable. On comprend dès lors le rôle du protoplasme qui, d'après M. Wiesner, existe à l'état d'imprégnation dans la membrane des cellules vivantes.

En ce qui concerne les composés pectiques, on voit quelle part importante ils ont dans l'architecture de la plante. On voit, en même temps, à quel point il est inexact de dire que les membranes des cellules vivantes, chez les végétaux, sont cellulosiques, elles sont, en réalité, celluloso-pectiques.

Il est, en outre, une troisième substance qu'on rencontre quelquefois aussi chez les Phanérogames et chez les Cryptogames vasculaires, bien qu'elle y soit beaucoup plus rare que chez les Champignons où elle est particulièrement fréquente : c'est la callose.

Sous ce nom, M. Mangin désigne la substance qui a été découverte par Nœgeli et Hanstein dans les tubes criblés, puis observée avec beaucoup de soin dans les mêmes éléments anatomiques, par MM. Janczeski, Russow, Wilhelm et Fischer.

En raison de sa rareté, on ne soupçonnait pas que cette callose, dont on connaît les propriétés, différentes de celles de la cellulose, pût jouer un rôle important dans la constitution de la membrane. Cependant on la rencontre bien plus souvent que ne le pensaient MM. Hanstein et Russow, et elle n'est pas limitée aux tubes criblés.

Chez les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires, la callose peut apparaître dans les tissus les plus différents : tantôt, comme dans les tubes criblés, sa présence, toute transitoire, est liée à l'évolution des membranes destinées à se liquéfier ; d'autres fois, elle demeure à l'état permanent sans subir de modifications jusqu'à la mort de la plante. Ce dernier cas est celui qu'on observe dans les cellules épidermiques, et principalement dans les régions où la membrane est incrustée de carbonate de chaux, soit que les incrustations calcaires aient une forme définie, comme dans les cystolithes (chez certaines Urticées, par exemple) soit qu'elles se présentent à l'état diffus dans l'épaisseur des membranes (poils de Borraginées, de la Vigne, etc.).

La trame organique des cystolithes est composée de callose, de cellulose et de matières pectiques.

Dans les poils, dans les cellules épidermiques et dans le parenchyme, la formation de la callose, lorsqu'elle a lieu en des régions où le carbonate de chaux fait défaut, paraît due, le plus souvent, à un état pathologique.

Ainsi on l'observe dans les membranes des cellules de l'épiderme ou de parenchyme qui limitent les régions subérifiées à la suite d'une mutilation de la feuille, telle que déchirure ou piqûre.

M. Mangin a trouvé des amas de callose dans les feuilles et dans les tiges herbacées de Vignes attaquées par des parasites : la callose était alors localisée dans certaines cellules épidermiques, soit à la base des poils, soit à l'extrémité des dents de la feuille, quelquefois même dans les blessures légères occasionnant une déchirure de l'épiderme. La callose se dépose aussi en assez grande abondance, dans des conditions analogues, chez le *Myosotis palustris*, le *Geranium molle*, le Chou envahi par le *Peronospora parasitica*, etc.

Mais normalement, c'est surtout chez les Champignons qu'on rencontre le plus abondamment la callose. Ici, par contre, les composés pectiques, et même la cellulose font fréquemment défaut. Les Champignons méritent donc, au point de vue de la nature chimique de leurs membranes, une étude spéciale, d'autant plus importante à faire qu'on ne peut même pas donner, pour l'ensemble de la classe, un caractère général, la constitution des parois des filaments mycéliens étant très complexe, et variant d'une famille à l'autre, souvent même d'un genre à un autre genre.

C'est tantôt l'une, tantôt l'autre de ces trois catégories de substances, cellulose, composés pectiques et callose, qui, suivant les cas, forment ensemble ou séparément, la membrane des Champignons.

Dans les Péronosporées, le mycélium est constitué par l'association intime de cellulose et de callose ; les appareils conifères ne donnent que les réactions de la cellulose pure.

Chez les Saprolégniées, le mycélium et l'appareil sporifère sont composés de cellulose et de callose.

Le mycélium et les filaments sporangifères des Mucorinées renferment au moins deux substances : la cellulose, et un autre corps qui a les réactions des composés pectiques. La cellulose est surtout abondante à la partie interne de la membrane ; les composés pectiques forment principalement la partie externe, et c'est de ce côté que sont fixés les dépôts d'oxalate de chaux. La callose, dans cette famille, est rare, et ne se rencontre que dans les membranes diffluentes des sporanges. Parfois, exceptionnellement (*Pilobolus*), elle forme un mince revêtement à la surface des filaments sporangifères.

Chez les Urédinées, le mycélium est constitué exclusivement par de la cellulose ; on ne trouve pas de callose, non plus que de composés pectiques, quoique le champignon dissolve le ciment de pectates insolubles des tissus de la plante hospitalière. Il n'y a de ces composés que dans les fructifications.

Les Ustilaginées ont les membranes composées comme celles des Urédinées. Dans les Basidiomycètes, la nature chimique des parois mycéliennes varie d'une tribu à l'autre. Les membranes de l'Agaric champêtre, du Bolet pourpre, de la Chanterelle sont dépourvues de callose, et donnent, avec les colorants basiques, les réactions d'une substance comparable aux composés pectiques. En outre, elle renferment une substance fondamentale qui est inerte vis-à-vis du réactif iodé, mais qui se colore par les réactifs tétrazoïques (colorants acides) de la cellulose : orseilline B B. en bain acide, congo en bain alcalin. Le terme d'*hémicellulose* conviendrait peut-être à ce corps encore mal défini. Les *Corticium*, les Coprins ont de la callose associée aux composés pectiques. Enfin un certain nombre d'espèces coriaces, comme les Polypores, dont les membranes sont imprégnées d'une matière analogue à la subérine, manifestent, quand on les débarrasse de cette matière, les réactions de la callose, qui s'y trouve associée à une substance fixant les colorants basiques; il n'y a pas de cellulose, contrairement aux assertions de MM. Richter et Vinterstein.

Les Ascomycètes forment, au point de vue qui nous occupe, un groupe plus homogène que les Basidiomycètes. Leur membrane, toujours dépourvue de cellulose, est constituée par de la callose, tantôt seule, tantôt associée, chez la Bulgarie par exemple, à une matière mucilagineuse, parfois diffluente, qui fixe les colorants basiques.

Chez les Lichens, les filaments mycéliens, formés de callose, contrastent par l'absence de cellulose avec les membranes des gonidies où cette substance existe. Exception doit être faite pourtant pour l'*Usnea barbata*, où il n'y a pas de callose, tandis que les membranes présentent les réactions de la cellulose et des composés pectiques.

En résumé, la cellulose manque très souvent chez les Champignons, et c'est la callose, relativement rare chez les Phanérogames et chez les Cryptogames vasculaires, qui est ici la véritable substance fondamentale.

Parmi les Phanérogames, les diverses espèces de plantes dites grasses sont depuis longtemps connues pour la richesse notable de leur contenu cellulaire en acides organiques. Le fait cependant n'a été bien précisé que pour quelques plantes appartenant à une même famille, celle des Crassulacées. M. AUBERT (1) a entrepris : 1° de déterminer exactement les acides organiques, solubles dans l'eau, que contiennent, en général, non seulement les Crassulacées, mais encore les Mésembryanthémées et les Cactées; 2° de doser les quantités d'acides libres ou demi-combinés que ces végétaux contiennent aux divers états de leur développement, dans leurs différentes parties et sous l'action d'influences variées; 3° de reconnaître la relation qu'il peut y avoir entre la plus ou moins grande abondance de ces acides et la turgescence des tissus.

Pour les Crassulacées, M. Mayer a autrefois reconnu, chez les végétaux, la présence constante d'un acide qu'il a appelé *acide isomalique*. Ce résultat est confirmé par M. Aubert qui a, en outre, constaté des traces d'acide tartrique et quelquefois même un peu de tannin.

Chez les Mésembryanthémées, c'est, d'après les recherches de ce dernier auteur, l'acide oxalique qui remplace l'acide malique. Quant aux Cactées, elles contiennent outre l'acide malique, des gommes mi-partie solubles, mi-partie insolubles, et se gonflant dans l'eau.

---

(1) E. AUBERT : *Recherches physiologiques sur les plantes grasses : acides organiques, turgescence et transpiration* (Annales des Sciences naturelles, 1892).

Tous ces acides organiques des plantes grasses sont fabriqués pendant la nuit, et leur formation est une conséquence de l'assimilation du carbone, qui a eu lieu pendant le jour.

Leur répartition dans le végétal est toujours en accord avec le développement de la chlorophylle. En dosant les acides organiques dans les diverses régions d'une Crassulacée, on trouve, en effet, que la richesse en acide malique d'une tige et des feuilles que cette tige porte croît à partir du bourgeon terminal jusqu'en une certaine région où les feuilles très-vertes ont atteint leur développement maximum ; puis elle décroît chez les feuilles inférieures, qui commencent à subir une altération, sans que la proportion d'acide organique y devienne cependant négligeable.

Les feuilles les plus vertes sont donc les plus fortement acides. De même, dans l'étendue d'une seule feuille, la partie voisine de l'extrémité, qui est la plus riche en chlorophylle, est plus acide que la portion voisine du pétiole.

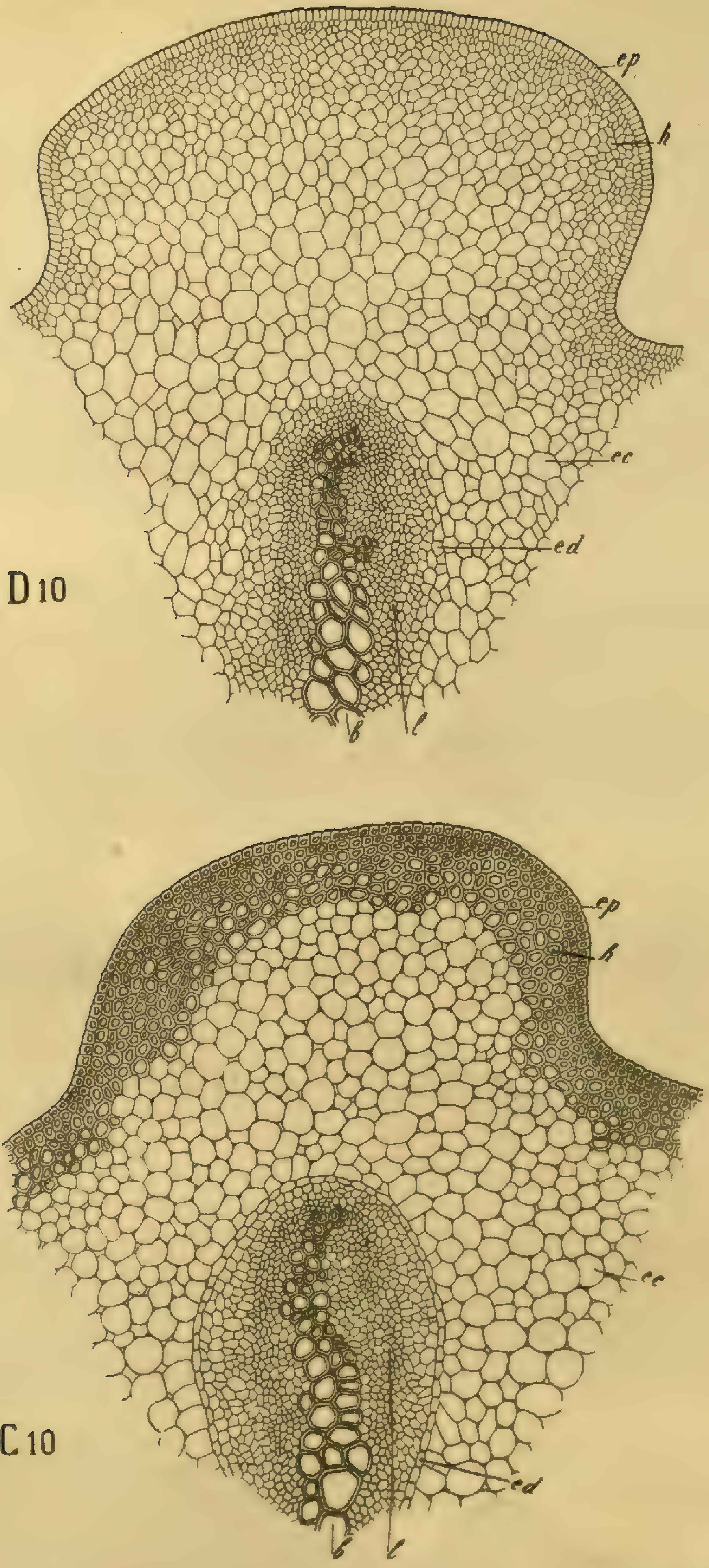
Il n'est pas douteux que la présence de ces acides et de ces gommes chez les végétaux charnus est la cause principale de la grande quantité d'eau que renferment leurs tissus. La répartition de l'eau dans les diverses régions d'une Crassulacée est bien la même que celle des acides.

La quantité d'eau répartie dans la tige feuillée d'une plante grasse augmente progressivement à partir du sommet jusqu'en un point de la tige correspondant aux feuilles adultes parfaitement vivantes, puis diminue jusqu'à la base. Les feuilles renferment plus d'eau que la tige, et la proportion d'eau maxima correspond aux feuilles adultes les plus jeunes et les plus vertes.

Les plantes grasses transpirent moins activement en général que les espèces ordinaires. Cette faible émission de vapeur d'eau est due à l'absence de chlorophylle dans le parenchyme profond, et aussi aux acides organiques. La courbe de l'eau transpirée par les diverses régions d'une plante grasse présente, en effet, un minimum qui correspond au maximum de la courbe de l'acide malique contenu dans les mêmes régions.

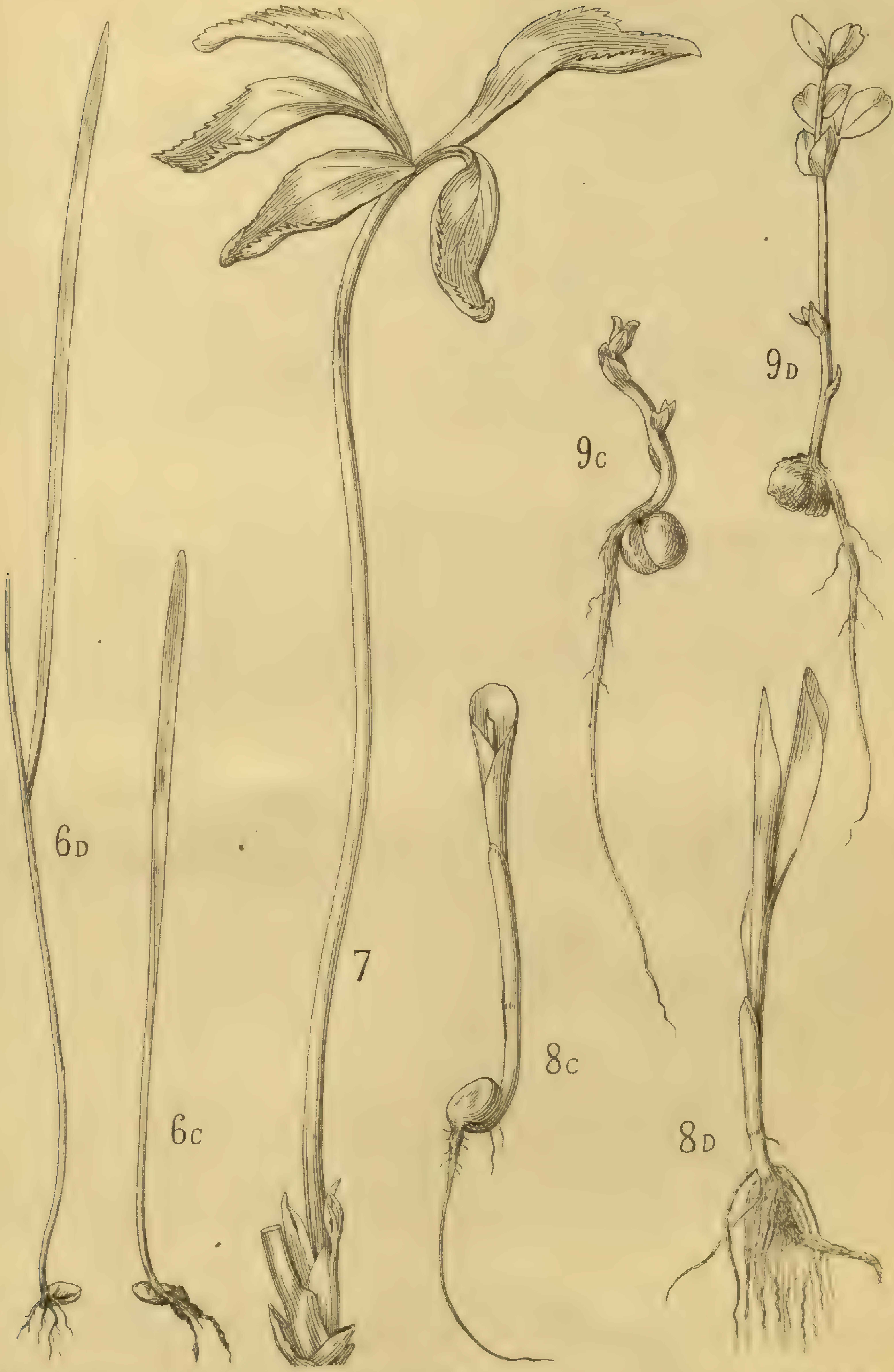
(*A suivre*). HENRI JUMELLE.

Le Gérant, Th. Clerquin.


ep
h
ec
ed
D10
b
l
ep
h
ec
C10
ed
b
l

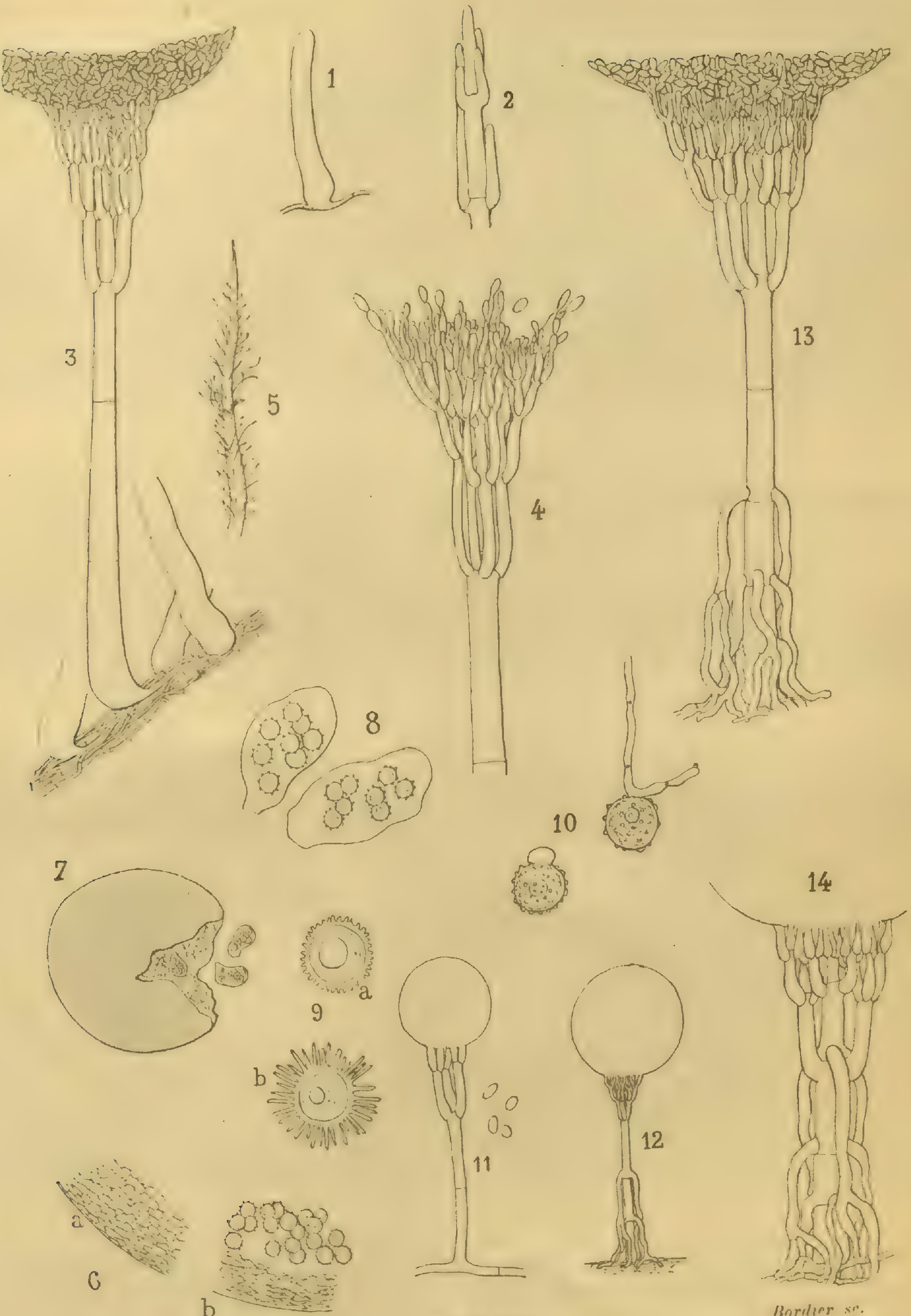
Bonnier et Herincq del. Imp. Le Bigot. Bordier sc.

Pteris tremula (D10 *lumière discontinue*, C10 *lumière continue*).



B. Herincq del. *Imp. Le Bigot.* *Bordier sc.*

Triticum sativum **(6D, 6C) ;** ***Helleborus guttatus*** **(7) ;** ***Pisum sativum*** **(9C, 9D) ;**
Zea Mays **(8C, 8D).**


1
2
3
4
5
6
a
b
7
8
9
a
b
10
11
12
13
14

Matruchot del. Imp. Le Bigot. Bordier sc.

Gliocladium penicillioides (1 à 10); *G. compactum* (11);
G. viride (12 à 14).

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les six premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des six premiers volumes de la

Revue générale de Botanique :

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — Bornet : *Ectocarpus fulvescens.* — Guignard : Anthérozoïdes. — Bonnier : Végétation de la vallée de Chamonix ; Lichens et protonémas des Mousses ; Renonculacées de la Flore de France. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Développement des plantes annuelles. — Kolderup-Rosenvinge : Organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — De Planta : Crosnes du Japon. — De Saporta : Palmiers fossiles. — Dupray : Nouvelle espèce de *Spirogyra.* — Prillieux : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — Dufour : Nouvelle espèce de Chanterelle ; Gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — Trabut : *Abies numidica.* — Seignette : Les tubercules. — Costantin : *Alternaria* et *Cladosporium.* — Poulsen : Phanérogame sans chlorophylle. — Masclef : Hellébores.

Revues : Anatomie (Leclerc du Sablon) ; Champignons (Costantin) ; Technique (Dufour) ; Lichens (Hue) ; Plantes de l'Asie (Franchet) ; Physiologie végétale (Jumelle) ; Paléontologie végétale (de Saporta).

Tome II. — *(546 pages, 25 planches et 203 figures dans le texte).*— Battandier et Trabut : *Pancratium Saharæ.* — Curtel : Transpiration et assimilation pendant les nuits norvégiennes. — Flot : Structure de la tige des arbres. — Heckel : Nouvelle espèce de l'Afrique.— Lesage : Feuilles des plantes maritimes.— Bonnier : La vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées.— Daguillon : Feuilles des Conifères.— Russell : Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; *Vicia sepium.*— Jumelle : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration. — Brandza : Hybrides. — Leclerc du Sablon : Sommeil des feuilles. — Aubert : Acides organiques chez les plantes grasses. — de Lagerheim : Un parasite de la Vigne. — Daniel : Tannin des Composées. — Franchet : Bambusées à étamines monadelphes. — Poulsen : Grains d'aleurone

Revues : Algues (Flahault) ; Botanique forestière (Henry) ; Paléontologie végétale (de Saporta) ; Physiologie et Chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Anatomie (Leclerc du Sablon) ; Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Plantes de la France (Masclef).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — Brandza : Téguments de la graine.— Russell : Ascidies de Chou.— Devaux : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — Bordet : *Carex.* — Aubert : Appareil de MM. Bonnier et Mangin pour l'analyse des gaz. — Viala : Maladie des greffes boutures ; Maladie des raisins.— Prunet : Perforation des Pommes de terre par le Chiendent. — Fayod : Structure du protoplasma. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes. — Daniel : Influence du drainage et de la chaux. — Bastit : Tige et feuille des Mousses. — Conway Macmilian : Plantes européennes introduites dans le Minnesota.— Trabut : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; *Riella.* — Daniel ; Racines napiformes transitoires.— Costantin : Culture des Basidiomycètes. — Magnin : *Cyclamen europæum.*

Revues : Plantes de la France (Masclef) ; Champignons (Costantin) ; Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Technique (Dufour).

Tome IV.— *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — Trabut : *Quercus Mirbeckii.* — Masclef : *Pteris aquilina* sur le calcaire. — Russell : Inflorescence mâle du Noyer.— Jumelle : Recherches physiologiques sur les Lichens.— Dewèvre et Bordage : Mouvements des végétaux. — Leclerc du Sablon : Tubercules des Equisétacées ; Maladie du Platane. — Prunet : Plantes et insectes. — Hervier : Plantes d'Espagne. — Bonnier : Réviviscence des plantules desséchées ; Variations de pression dans la Sensitive.— Aubert : Respiration et assimilation des plantes grasses. — de Janczewski : *Anemone.* — Jacob de Cordemoy : Liliacée exotique. — Costantin et Dufour : La Môle. — Giard : *Lachnidium acridiorum.* — de Lamarlière : Les feuilles à l'ombre et au soleil.

Revues : Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Anatomie (Prunet) ; Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Plantes de la France (Masclef).

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte).* — Duchartre : *Rosa sericea.* — Bonnier : Transmission de la pression à travers les plantes ; Alphonse de Candolle. — Boudier : Tubercules pileux de certains Agarics. — Prunet : Tubercules de la Pomme de terre. — Russell : Sur les pelotes marines. — Costantin : Convergence des formes conidiennes. — Naudin : Fécondation des *Phœnix.* — Mesnard : Pureté de certaines essences végétales. — Warming : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil).— De Lamarlière : Développement de quelques Ombellifères.— Magnin : Végétation des lacs du Jura. — Jaccard : La pression des gaz et le développement des végétaux. — Briquet : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — Boulanger : *Matruchotia varians.* — Palladine : Respiration des feuilles vertes et étiolées. — Leclerc du Sablon : Anatomie de la tige de la Glycine. — Lothelier : Les plantes à piquants. — Costantin et Dufour : Action des antiseptiques sur la Môle.

Revues : Lichens (Hue) ; Algues (Flahault) ; Paléontologie végétale (de Saporta) ; Botanique forestière (Henry) ; Bactéries et fermentations (Boutroux).

Tome VI. — *(544 pages, 21 planches et 57 figures dans le texte).*— Daniel : La greffe ; Applications de la greffe herbacée.— Prunet : Propagation du Pourridié.— Flot : Procédés de micrographie. — Houlbert : Propriétés optiques du bois. — Mesnard : Parfums des plantes. — Devaux : A. Merget. — Mer : Chaudron de Sapin. — Naudin : Littoral de la Provence. — Palladine : Rôle des hydrates de carbone dans la résistance à l'asphyxie. — Trabut : *Marsilia* ; *Œdomyces leproides.*— De Saporta : *Rhizocaulon.*— Prunet : Répartition des engrais.— Costantin et Matruchot : Vert-de-gris, Plâtre et Chanci.— De Lamarlière : Espèces nouvelles de Sphériacées.— Lund : Dessiccation et respiration des tubercules. — Hy : Inflorences. — Dufour et Hickel : Ennemis du Pin. — Bazot : Géographie botanique de la Côte-d'Or. — Bonnier : P. Duchartre ; Plantes arctiques et plantes alpines.

• Revues : Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Algues (Flahault) ; Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Champignons (Costantin).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SEPTIÈME

Livraison du 15 Septembre 1895

N° 81

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1895

LIVRAISON DU 15 SEPTEMBRE 1895

I. — LE MARQUIS G. DE SAPORTA, SA VIE ET SES TRAVAUX, par **M. R. Zeiller** 353

II. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. H. Jumelle** *(suite)*. 389

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

LE MARQUIS G. DE SAPORTA

SA VIE ET SES TRAVAUX

par R. ZEILLER

La *Revue générale de Botanique* a perdu, en la personne du Marquis G. de Saporta, un de ses plus éminents et de ses plus chers collaborateurs, et c'est acquitter une dette de reconnaissance que de consacrer ici quelques pages à sa mémoire; mais l'œuvre qu'il laisse est si considérable et présente des aspects si variés qu'il faut nécessairement, quelque intérêt qu'elle présente, se borner à en retracer les traits les plus saillants. Les articles qu'il a publiés dans ce Recueil en offrent du reste en quelque manière une image réduite, en ce sens qu'il s'y montre sous les trois formes principales qu'on retrouve dans ses divers travaux et qui le caractérisent plus particulièrement : d'une part, chercheur passionné, ne cessant d'enrichir la science de découvertes nouvelles du plus sérieux intérêt; d'autre part, vulgarisateur incomparable, sachant se mettre à la portée de tous les lecteurs et les initier aux connaissances les plus spéciales sans rien sacrifier jamais de la précision scientifique; enfin penseur hardi, sans cesse occupé de la question des origines, partisan convaincu des doctrines évolutionnistes et s'attachant en toute occasion à mettre en lumière les enchaînements que lui révélait l'étude des représentants fossiles du monde végétal.

Sans doute la plus grande partie de son œuvre la plus solide consiste dans les observations qu'il a accumulées, dans l'étude approfondie de ces flores secondaires et tertiaires dont il nous a fait connaître la constitution, mais il a toujours donné une large place à l'interprétation et à la synthétisation des résultats acquis, ainsi qu'à leur vulgarisation et il avait rendu par là son nom familier même au grand public. Champion des idées transformistes, à la diffusion desquelles il a eu une part d'autant plus féconde que ses convictions spiritualistes le défendaient contre tout soupçon de parti pris, il se plaisait parfois à attribuer pour lui-même à l'influence de l'hérédité, à un phénomène d'atavisme, les goûts qui l'avaient entraîné vers les études de botanique fossile.

Il en pouvait rechercher l'origine aussi bien du côté paternel que du côté maternel, car si depuis le commencement du XVII^e^ siècle, les Saporta s'étaient voués presque tous à la carrière des armes, les sciences naturelles avaient été précédemment fort en honneur dans leur maison : originaires de Saragosse, l'un d'eux était à la tête de l'Université de Lérida lorsque sa réputation scientifique le fit appeler en France par Charles VIII, qui l'attacha à sa personne en qualité de premier médecin ; durant le cours du XVI^e^ siècle, ses descendants directs prirent une part considérable à la réorganisation de l'Université de Montpellier, dont ils furent successivement chanceliers ou vice-chanceliers et le Marquis de Saporta s'était plu à rappeler lui-même leur souvenir en inaugurant comme président, le 20 mai 1893, la session extraordinaire que la Société botanique de France était allée tenir à Montpellier à l'occasion de la célébration du troisième centenaire de la fondation du Jardin des plantes de cette ville. Il évoquait d'autre part, dans la même session, à propos d'une communication sur les semis naturels de certains arbres d'agrément introduits en Provence, la mémoire de ses ancêtres maternels, les Boyer de Fonscolombe, parmi lesquels son bisaïeul et son aïeul avaient cultivé, le premier tout au moins en amateur, diverses branches de l'histoire naturelle ; le second, Hippolyte Boyer de Fonscolombe, a eu comme entomologiste une grande réputation et a laissé de nombreux ouvrages justement appréciés.

Né à Saint-Zacharie, dans le Var, le 28 juillet 1823, Louis-Charles-Joseph-Gaston de Saporta avait ainsi, durant ses années de jeunesse, pu voir son grand-père se livrer à ses études favorites, et son propre père, le Marquis Adolphe de Saporta, suivre une voie semblable, en se consacrant plus spécialement aux papillons ; mais il n'éprouvait alors nul désir de marcher sur leurs traces. Doué d'une imagination vive, il avait ressenti l'influence de l'école romantique, et ses goûts le portaient de préférence vers les travaux littéraires ; d'autre part ses souvenirs de famille, son attachement pour la Provence, donnaient pour lui un attrait particulier aux recherches historiques. Ses charmants discours à l'Académie d'Aix, l'intéressant ouvrage qu'il a publié il y a peu d'années sur la famille de M^{me} de Sévigné sont là pour montrer qu'il aurait pu suivre brillamment la voie vers laquelle il s'était senti tout d'abord entraîné ; mais le germe latent qu'il portait en lui ne devait pas tarder à se développer.

Cruellement frappé en 1850 par la mort de sa jeune femme, l'esprit trop absorbé par sa douleur pour pouvoir le fixer sur le genre de travail qui l'avait tout d'abord séduit, il chercha une diversion dans l'étude plus positive de la botanique et dans les longues herborisations à travers cette région si merveilleusement riche de la Provence, trouvant pour ses débuts une aide singulièrement utile dans les herbiers formés par son grand-père et son arrière-grand-père. Il commençait à se familiariser avec les formes vivantes lorsque son attention fut attirée,chez un antiquaire d'Aix, par des empreintes végétales provenant des plâtrières locales, qui le frappèrent par leur ressemblance avec certains types de la flore actuelle et dont il s'empressa de faire l'acquisition. La comparaison qu'il en fit avec les matériaux dont il disposait le confirma d'ailleurs dans sa première impression, notamment pour l'une de ces empreintes dans laquelle il reconnaissait la forme caractéristique des rameaux du *Callitris quadrivalvis*, actuellement confiné sur le bord méridional de la Méditerranée. Le fait de l'extension ancienne de cette espèce dans une région où elle n'existe plus aujourd'hui lui parut assez remarquable pour qu'il crût devoir la signaler à Adolphe Brongniart, avec lequel son grand-père Hippolyte Boyer de Fonscolombe avait entretenu des relations amicales et dont il avait souvent entendu prononcer le nom. Il s'agissait bien, en effet, d'un *Callitris*, mais d'une forme spécifique quelque peu différente de celle d'Algérie, le *Call. Brongniarti*, si répandu en Europe durant la période tertiaire, et Brongniart rectifia l'attribution, en ajoutant qu'aucune espèce des gypses d'Aix ne devait avoir survécu jusqu'à l'époque actuelle ; mais en même temps, frappé de la sagacité des remarques qui lui étaient soumises, de l'ardeur que son jeune correspondant paraissait manifester pour les recherches, il l'encouragea vivement à entreprendre sur les gisements de végétaux fossiles des environs d'Aix des explorations suivies et à étudier le produit de ses récoltes. Gaston de

Saporta était tout prêt et s'offrait spontanément à recueillir les échantillons, mais il lui semblait que l'étude n'en pouvait être faite utilement que par le maître lui-même, et il fallut toute l'insistance de celui-ci pour le décider à tenter au moins l'entreprise. Brongniart lui promettait d'ailleurs le secours de ses conseils, et les relations qui se nouèrent ainsi entre eux, devenues bientôt de plus en plus étroites, se transformèrent en une amitié qui ne s'est jamais démentie.

Pour se rendre compte de la tâche qui s'offrait au jeune débutant, il faut se reporter à ce qu'était, il y a quelque quarante ans, la situation de la botanique fossile : la publication de l'*Histoire des végétaux fossiles* était interrompue depuis une quinzaine d'années, et Ad. Brongniart, absorbé par ses fonctions, paraissait avoir renoncé à toute recherche nouvelle dans le domaine de la science qu'il avait fondée ; il semblait notamment qu'il eût reculé devant l'accumulation sans cesse croissante des matériaux provenant des couches tertiaires, devant l'extrême difficulté d'introduire un ordre rationnel dans ce chaos formé presque exclusivement de feuilles détachées sans qu'aucun organe essentiel, inflorescence ou fructification, en rapport avec elles, permît d'en fixer la place dans les cadres de la classification naturelle. Schimper n'avait alors publié que sa *Monographie des plantes fossiles du grès bigarré des Vosges*, et la paléontologie végétale subissait en France une regrettable éclipse. A l'étranger, il n'en était pas de même, mais l'étude de la flore paléozoïque continuait à tenir la première place, et les premiers jalons de la détermination des feuilles de Dicotylédones fossiles venaient seulement d'être posés par Unger d'abord, puis, d'une façon plus méthodique, par M. C. d'Ettingshausen. Heer commençait à peine ses travaux sur la flore tertiaire de la Suisse, et l'on n'avait encore aucune idée précise sur la constitution de la flore aux différentes époques de la période tertiaire, sur les variations qu'elle avait pu présenter d'une région à l'autre de l'Europe suivant la latitude et les conditions locales qui avaient présidé à son développement. Saporta ne pouvait donc, pour ses recherches sur les plantes fossiles de Provence, trouver un appui bien solide dans les travaux des savants viennois, et le domaine à la conquête duquel Brongniart le conviait se présentait à lui comme une terre vierge, hérissée de périls et de difficultés : il fallait savoir oser, il fallait, sous peine de demeurer indéfiniment indécis en attendant une certitude formelle qui pouvait ne venir jamais, savoir se résigner d'avance à plus d'une erreur, il fallait être résolu, le cas échéant, à se rectifier soi-même sans pitié.

Saporta était précisément l'homme de la situation : il avait un tempérament enthousiaste que les difficultés excitaient au lieu de le rebuter, une imagination ardente, toujours en éveil et qui, à chaque problème nouveau, lui suggérait différentes voies de recherche, et savait en découvrir de nouvelles lorsque les premières n'avaient pas abouti ; enfin une conscience scientifique absolue, qui lui faisait tout scruter, tout peser, avant de se former une conviction, et dont il a plus d'une fois donné la preuve en signalant le premier les erreurs qu'il avait pu commettre, ou, ce qui est plus méritoire encore, en les reconnaissant ouvertement lorsqu'elles étaient relevées par d'autres. Sa lettre au directeur de la *Revue scientifique* au sujet des *Eopteris*, ces curieuses infiltrations pyriteuses du silurien d'Angers simulant à s'y méprendre des empreintes de Fougères, atteste notamment avec quelle bonne grâce il savait, à l'occasion, prendre son parti d'une « mésaventure » qu'il préférait encore à l'abstention, estimant que « la bonne foi et » l'amour du vrai sont toujours là pour servir de correctif, sinon » d'excuse, aux entraînements de la science. » Est-il besoin de dire, d'ailleurs, qu'il n'a eu que bien rarement, si l'on considère surtout l'immensité de son œuvre, à mettre en avant des excuses de ce genre, et que même en ce qui concerne l'appréciation des affinités les plus difficiles à saisir, les découvertes ultérieures sont venues, dans la plupart des cas, confirmer les attributions qu'il avait proposées?

A peine avait-il commencé l'étude des plantes des gypses d'Aix que les matériaux se multipliaient entre ses mains : dans le département de Vaucluse, dans celui du Var à Saint-Zacharie même, au voisinage immédiat du château du Moulin-Blanc, l'une des résidences de sa famille, dans les Basses-Alpes à Castellane et à Manosque, dans l'Aude autour de Narbonne, et jusque dans les bassins du port de Marseille, il trouvait matière à de merveilleuses récoltes dont l'examen méthodique allait l'occuper pendant plusieurs années. Soucieux de ne laisser échapper aucun indice, il adoptait dès ce moment la méthode qu'il a constamment suivie ; reproduire lui-même par le dessin, dans leurs traits les plus minutieux, les empreintes qu'il voulait étudier : il avait d'ailleurs une main d'une habileté rare, et les innombrables figures contenues dans les 635 planches qu'il a publiées, ont toutes été exécutées d'après ses dessins ; elles sont loin cependant de représenter la totalité de ceux-ci. Il se pénétrait ainsi, jusque dans leurs derniers détails, de tous les caractères de forme et de nervation, de manière à pouvoir utilement les comparer à ceux des plantes vivantes. Pour cette comparaison, des voyages fréquents, des séjours assez prolongés à Paris, répétés pendant plusieurs années consécutives, le mettaient à même de tirer parti des richesses des collections du Muséum, dans lesquelles il trouvait représentées toutes les formes exotiques susceptibles d'être rapprochées de ses empreintes. Fidèle à sa promesse, Brongniart l'aidait de ses conseils, le dirigeait dans ses recherches, lui communiquant ses notes et ses documents personnels, le mettant en rapport avec tous les savants, botanistes ou géologues, qu'il pouvait avoir intérêt à connaître. Saporta nouait ainsi de précieuses amitiés, et il aimait à rappeler, entre autres, le souvenir de Decaisne, comme d'un de ceux qui, après Brongniart, lui avaient prêté l'aide la plus bienveillante et la plus utile.

Il avait, d'autre part, trouvé en Provence même, en la personne de M. Ph. Matheron, un guide des plus compétents et des plus sûrs pour tout ce qui touchait à la distinction des niveaux géologiques, et tous deux, pàr leurs recherches parallèles dans le domaine stratigraphique d'une part, paléobotanique de l'autre, se prêtaient un mutuel appui.

Enfin il était entré en relations avec Oswald Heer, comme avec M. d'Ettingshausen, et grâce à leurs efforts à tous trois, auxquels devaient se joindre un peu plus tard ceux de Lesquereux en Amérique, la science des végétaux fossiles de la période tertiaire allait être bientôt constituée sur des bases désormais inébranlables.

En 1860, paraissait dans le *Bulletin de la Société Vaudoise des sciences naturelles*, le premier travail de Gaston de Saporta, extrait d'une lettre adressée par lui à Ch. T. Gaudin, résumant les premiers résultats de ses études sur les plantes fossiles de Provence, et contenant entre autres choses intéressantes la première définition du genre *Rhizocaulon.* L'année suivante, un travail plus développé, intitulé *Examen analytique des flores tertiaires de Provence*, et précédé d'une notice géologique de M. Matheron, était inséré par Gaudin dans la traduction française qu'il venait de préparer de l'ouvrage de Heer sur le climat et la végétation du pays tertiaire. Mais ce n'étaient là que les premiers préludes de l'œuvre magistrale qui allait se dérouler sans interruption durant trente-cinq années, aussi remarquable par sa diversité que par son étendue. En 1862, Saporta commençait, avec les deux premiers fascicules de ses admirables *Études sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire*, la publication détaillée des résultats auxquels l'avaient conduit près de dix années de travail, patiemment consacrées à l'examen méthodique des riches séries d'échantillons recueillies à Aix, à Gargas, à Apt, à Castellane, à Saint-Zacharie, à Marseille, à Armissan, à Bonnieux et à Manosque. Il la terminait en 1868, mais pour la reprendre presque aussitôt après, avec le *Supplément* consacré à la revision de la flore des gypses d'Aix. Il ne devait plus d'ailleurs abandonner ces gisements provençaux qui avaient décidé de sa vocation, et sa prédilection toute particulière pour certains d'entre eux s'est manifestée jusqu'à ses derniers jours par les travaux complémentaires qu'il leur consacrait, tels que les *Dernières adjonctions à la flore fossile d'Aix* et les *Recherches sur la végétation du niveau aquitanien de Manosque*, demeurées malheureusement inachevées.

Les innombrables matériaux qu'il en tirait ne suffisant pas à absorber son activité ; dès 1864 il s'attaquait à la flore quaternaire, dont les tufs des Aygalades et de la Viste lui fournissaient les premiers éléments, et sur laquelle il devait poursuivre ultérieurement ses investigations jusque dans les environs de Paris. Remontant d'autre part au delà des couches les plus anciennes du tertiaire provençal, il faisait connaître en 1868 la constitution de la flore paléocène de Sézanne, et complétait peu d'années après nos connaissances sur la végétation des premiers temps de l'ère tertiaire par son étude sur la flore heersienne de Gelinden, en Belgique, entreprise en commun avec son jeune compatriote et ami M. A.-F. Marion. Celui-ci avait à peine quatorze ans lorsque, s'occupant déjà de sciences naturelles, il était entré en relations avec Gaston de Saporta en lui offrant quelques empreintes de feuilles, particulièrement rares, entr'autres un *Magnolia*, recueillies par lui dans les carrières de gypse des environs d'Aix ; ils n'avaient pas tardé, malgré la différence de leurs âges, à se lier d'une étroite amitié, associant leurs recherches, puis échangeant leurs idées, et en 1871 ils publiaient ensemble un intéressant travail sur un hybride spontané du Térébinthe et du Lentisque, premier fruit d'une collaboration qui devait se renouveler à plusieurs reprises, notamment pour la description détaillée de la flore fossile des marnes de Gelinden, puis des tufs pliocènes de Meximieux.

Cette flore de Meximieux, dont il avait dès 1869 signalé les traits principaux, avait marqué le premier pas de Saporta dans l'étude de la végétation de notre pays à la fin de la période tertiaire ; mais bientôt, grâce aux découvertes de M. Rames dans les cinérites du Cantal, de nouveaux matériaux du plus haut intérêt étaient parvenus entre ses mains, sur lesquels il devait revenir plus d'une fois, sans toutefois les épuiser complètement, à raison de l'espoir qu'il nourrissait et qu'il n'a pu réaliser, d'en faire plus tard l'objet d'une monographie détaillée, qui eût formé le pendant de celle de Meximieux. En même temps il avait, en collaboration avec M. Marion, fait connaître les résultats de leurs recherches sur les couches à plantes du bassin de Théziers et de Vaquières dans le Gard, qui représentent la partie la plus inférieure du pliocène, ainsi que l'établissait leur ami Tournouër d'après l'examen des coquilles recueillies par eux.

Il avait ainsi exploré, à bien peu d'exceptions près, tous les horizons du tertiaire français susceptibles de lui fournir des empreintes, mais il poursuivait concurremment une autre tâche, et des plus importantes, qui lui avait été confiée par le Comité de publication de la *Paléontologie française*, à savoir l'étude et la description de tous les fossiles végétaux recueillis aux divers étages de notre formation jurassique : il y préludait en 1870 en résumant les premiers résultats que lui avait fournis l'examen des Algues observées dans cette formation, et il allait, pendant plus de vingt années, s'en occuper presque sans interruption. Soucieux de rechercher dans un passé encore plus éloigné les représentants des types qu'il étudiait, il remontait, en particulier pour les Conifères, du jurassique jusqu'au paléozoïque, afin d'établir d'une façon plus complète le tableau de la succession de leurs formes, et il parvenait en 1875 à reconnaître, dans des empreintes permiennes de Lodève, deux genres nouveaux de Salisburiées, du plus grand intérêt pour l'histoire de ce groupe, presque disparu aujourd'hui.

Il avait fait de même pour les Algues, et s'était attaqué en 1879 aux empreintes du silurien, aux *Cruziana* ou Bilobites et aux *Eophyton*, qu'il regardait comme les représentants les plus anciens du monde végétal, et dont il est juste de dire que l'attribution n'avait jusqu'alors guère été contestée. Les travaux de M. Nathorst ayant ouvert à leur égard de tout autres idées, Saporta s'efforça, par une série d'arguments nouveaux, de démontrer la nature végétale des principaux types de ce groupe singulier et s'il n'est pas parvenu à faire passer dans tous les esprits la conviction qui l'animait, il a du moins contribué, par les travaux qu'il leur a consacrés de 1882 à 1887 et par les nouvelles recherches que ceux-ci ont suscitées, au progrès de nos connaissances sur ce sujet encore controversé.

Il avait ainsi poussé ses investigations jusqu'aux âges les plus reculés de la terre, il avait suivi avec un intérêt passionné les découvertes nouvelles auxquelles avaient donné lieu, en France et à l'étranger, les dernières recherches sur les végétaux houillers, et ces transformations de la flore, ces apparitions successives de types de plus en plus élevés en organisation, le confirmaient chaque jour davantage dans sa foi aux doctrines évolutionnistes. Fervent disciple de Darwin, avec qui il entretenait une correspondance suivie, il s'était plu, dans une série d'articles publiés de 1868 à 1871, à résumer, pour les lecteurs de la *Revue des Deux-Mondes*, les théories et les travaux de l'école transformiste et à montrer l'appui que les observations paléontologiques, celles notamment de M. Gaudry sur les animaux fossiles, de même que les siennes propres et celles de Heer, venaient apporter à ces théories.

En 1879, il avait fondu les plus importants de ces articles avec ceux qu'il venait de publier dans le journal *la Nature* sur les périodes végétales de l'ère tertiaire et présenté, dans son ouvrage sur *le Monde des plantes avant l'apparition de l'homme*, le tableau détaillé des phases successives par lesquelles avait passé la végétation de notre globe et des enchaînements qu'il reconnaissait entre les formes actuelles et celles du passé ; ce beau volume, aussi intéressant pour les spécialistes que pour le grand public, avait été accueilli avec une faveur marquée et avait été immédiatement traduit en allemand par Carl Vogt. Saporta ne le considérait cependant que comme une œuvre de pure vulgarisation et il allait, avec la collaboration de M. Marion, s'attaquer d'une façon plus scientifique et plus approfondie au problème de l'évolution du règne végétal : dans l'ouvrage publié sous ce titre, les auteurs s'efforçaient, par une hardie tentative de synthèse, de reconstituer l'histoire complète des transformations à l'aide desquelles, d'une souche primitive d'organisation infiniment simple, ont dû naître successivement les branches divergentes, de complexité croissante, dont les derniers rameaux se développent aujourd'hui sous nos yeux.

Trois ans après l'achèvement de cet ouvrage, Saporta, entrant plus avant dans le détail, s'attachait à rechercher l'*Origine paléontologique des arbres cultivés ou utilisés par l'homme :* procédant à l'examen successif des principales familles de plantes phanérogames considérées indépendamment les unes des autres et sans préoccupation de leurs liens génétiques communs, il faisait ressortir avec une clarté convaincante, par le simple rapprochement des formes observées, les liens étroits qui rattachent les espèces actuelles à celles de la période tertiaire et même, pour quelques-unes, des périodes crétacée ou jurassique.

Pendant qu'il était occupé de ce travail, un appel lui était adressé de l'étranger. A diverses reprises déjà il s'était vu consulté par ses confrères en paléobotanique de différents pays, qui avaient eu recours à sa haute compétence pour la détermination d'échantillons litigieux; cette fois il s'agissait d'une tâche nouvelle à entreprendre : les dépôts secondaires du Portugal, dont Heer avait en 1881 étudié la flore, venaient, grâce aux explorations de M. Choffat, de fournir de nouveaux matériaux d'étude, d'une richesse incomparable, provenant tant du crétacé que du jurassique, et la Commission géologique de Lisbonne pressait Saporta de les étudier et de les décrire. Il avait été fort souffrant au début de 1885, et menacé presque de perdre un œil à la suite de fatigues excessives occasionnées par ses travaux; mais l'ardeur passionnée qu'il avait pour les recherches ne lui permettait pas de prendre grand souci de sa santé et il n'hésita pas à se charger du travail pour lequel on sollicitait son concours. Il avait déjà touché quelque peu à la flore crétacée, d'abord avec les lignites de Fuveau, sur lesquels il devait revenir plus tard; puis il avait consacré diverses notes aux plantes de Haldem, aux cônes de pin du néocomien du bassin parisien, aux végétaux fossiles de la craie du Hâvre, et s'était particulièrement occupé des empreintes trouvées dans les couches turoniennes du Beausset près de Toulon et de Bagnols dans le Gard; il avait même projeté de décrire en détail ces dernières dans le recueil de la *Paléontologie française* et en avait dessiné presque toutes les espèces; mais les échantillons portugais étaient infiniment plus intéressants, en raison à la fois de leur variété et du niveau plus inférieur auquel ils appartenaient, les Dicotylédones qu'ils renfermaient se trouvant ainsi être les plus anciennes qui eussent encore été observées; aussi leur étude fut-elle pour lui la source des plus vives jouissances, et après six années d'un travail incessant, il eut la satisfaction de voir paraître, à la fin de 1894, ce beau volume de la *Flore mésozoïque du Portugal*, qui est venue enrichir la science de tant de faits d'un si haut intérêt et qui forme le digne couronnement de son œuvre.

Ces publications si variées, dont il n'a été possible de mentionner ici que les plus importantes, n'étaient d'ailleurs pas la seule manifestation de son extrême activité d'esprit : membre d'un grand nombre de sociétés savantes, il était heureux, toutes les fois qu'il le pouvait, d'assister à leurs séances et de s'associer à leurs travaux. Au commencement de 1866, il avait été élu membre de l'Académie d'Aix, où il venait s'asseoir aux côtés de son père et où il retrouvait les souvenirs de ses bisaïeul, aïeul et grand-oncle maternels, tous trois membres fondateurs de l'Académie; il en a été plusieurs fois le président, et jusqu'à son dernier jour il y a charmé ses collègues par ses communications, touchant avec le même talent de parole à tous les sujets, historiques, artistiques ou littéraires aussi bien que scientifiques. Délégué par elle à diverses reprises, il prit part à plusieurs des Congrès scientifiques de France ainsi que des Congrès annuels des Sociétés savantes, où ses travaux lui valurent successivement une médaille d'or en 1869 et la croix de la Légion d'honneur en 1873. Il a été de même l'un des membres les plus actifs de la Société géologique, comme de la Société botanique de France, et l'Association française pour l'avancement des sciences l'a vu bien des fois à ses Congrès, où il a présidé successivement, pendant plusieurs années, d'abord la section de géologie et de minéralogie, puis la section de botanique. Il avait été élu correspondant de l'Académie des sciences en 1876, en remplacement de Thuret, et l'Académie royale de Belgique ainsi que l'Académie des sciences de Madrid avaient tenu à honneur de l'inscrire au nombre de leurs associés étrangers.

Le 22 janvier 1895, il présidait encore l'Académie d'Aix, et y prononçait un remarquable discours, rempli des pensées les plus élevées, en réponse à celui du nouveau membre qu'il recevait ; les jours suivants, il s'était replongé dans l'étude d'une nouvelle série d'empreintes du crétacé portugais qui lui avait été envoyée, et avec laquelle il préparait déjà les éléments d'un supplément à sa *Flore fossile du Portugal*, qui venait à peine de paraître. Les nouveautés qu'il découvrait le passionnaient comme à ses débuts, et dans la matinée du 26 janvier, fidèle à la méthode qu'il pratiquait depuis si longtemps, il s'était mis à dessiner celles de ces empreintes qu'il se proposait de publier, lorsqu'il fut soudainement foudroyé par une affection cardiaque dont il avait déjà ressenti quelques atteintes, mais qui n'avait pu altérer sa sérénité d'esprit, ni diminuer son ardeur au travail.

Il ne saurait être question ici de procéder à une revue détaillée des résultats de l'œuvre du Marquis de Saporta ; mais il en faut au moins rappeler les principaux. Si l'on suit, pour les passer brièvement en revue, l'ordre chronologique des terrains qu'il a explorés, on peut presque laisser de côté toute la série des formations paléozoïques, dont il ne s'est guère occupé qu'à l'occasion des controverses relatives aux Bilobites et autres empreintes analogues. Cependant, bien que ses recherches sur ces types énigmatiques n'aient pas abouti à des conclusions que la science puisse enregistrer comme définitives, il serait injuste de les passer sous silence, car elles sont loin d'être demeurées inutiles : il convient de mentionner notamment ses intéressantes observations sur la fossilisation « en demi-relief, » desquelles il résulte que parfois des feuilles ou des rameaux incontestables se présentent ainsi sous la forme d'un moulage reproduisant une seule de leurs faces, comme si, après avoir marqué leur empreinte sur les sédiments, ils avaient été détruits ou enlevés avant que de nouveaux apports fussent venus remplir le creux qu'ils avaient formé ; à ce point de vue, ils se comportent donc comme les pistes d'animaux, et il faut reconnaître que le fait, pour certains fossiles, de se présenter en demi-relief à la face inférieure des bancs ne peut plus être invoqué comme un argument décisif à l'encontre de leur attribution au règne végétal. D'ailleurs, pour une partie au moins de ces corps problématiques, en particulier pour le groupe des « Algues scopariennes », comme les *Cancellophycus* et les *Taonurus* des formations secondaires, le dernier mot est loin d'être dit, et l'étude détaillée que leur a consacrée Saporta, les observations nouvelles dont ils ont été l'objet de sa part, ont montré que le sujet comportait réflexion et qu'il ne fallait pas les exclure trop hâtivement de la classification.

La flore jurassique de la France était encore fort mal connue, bien qu'elle eût déjà donné lieu à quelques travaux épars, lorsque Saporta en entreprit la description, et la plupart de nos principaux gisements n'avaient été qu'à peine explorés ; aussi y a-t-il fait une riche moisson, non seulement d'espèces inédites, mais encore de types génériques nouveaux, tant parmi les Conifères et les Cycadinées que parmi les Fougères. Néanmoins cette flore conserve dans son ensemble un caractère assez monotone, et tandis que la faune se modifiait rapidement d'un étage à l'autre, le monde végétal paraît avoir été, pendant la même période, beaucoup moins plastique. Les Fougères, dont Saporta a relevé un grand nombre de formes, se sont montrées à lui aussi éloignées en général de celles de l'époque actuelle que de celles du houiller ; quelques-unes cependant lui ont paru offrir des affinités avec certaines familles vivantes, notamment avec les Marattiées, avec les Osmondées, les Hyménophyllées, et enfin avec des genres particuliers de Cyathéacées, tels que *Matonia* et *Thyrsopteris*.

Si certains carpophylles permettent d'affirmer la présence, dès le début du jurassique, de types alliés d'infiniment près à nos *Cycas*, la plupart des Cycadinées, à l'instar des Fougères, s'éloignent notablement des représentants actuels de la même classe, et à côté d'elles vient se placer un groupe particulier, celui des Bennettitées, auquel Saporta, se rangeant à l'opinion du Comte de Solms-Laubach, a finalement rapporté les *Williamsonia*, ces curieuses inflorescences dont il a fait une étude détaillée et qui lui avaient d'abord paru constituer un type « proangiospermique ».

Pour les Conifères, il s'est attaché à en préciser les affinités d'après l'étude de leurs organes de fructification, et tandis que certaines d'entre elles, comme les *Brachyphyllum*, s'écartent encore beaucoup de tous les genres vivants, il a fait voir que les *Pagiophyllum* pouvaient être classés parmi les Araucariées, que les *Sphenolepidium* paraissaient représenter des *Sequoia* primitifs, et que les *Palæocyparis*, si développés dans toute la série oolithique, se rapprochaient à la fois des *Cupressus* et des *Chamæyparis*. Il a établi, d'autre part, que les Salisburiées jurassiques avaient leurs premières racines dans l'époque permienne, le genre *Ginkgophyllum*, découvert par lui à Lodève, tenant, à ce qu'il semble, le milieu entre les *Baiera* et les *Ginkgo*, le genre *Trichopitys* du permien se retrouvant encore dans le bathonien et le corallien, et le genre *Ginkgo* lui-même s'étant montré à lui dans des échantillons du permien moyen de l'Oural.

Enfin, il a reconnu la présence, dans la flore jurassique, de types singuliers qu'on ne peut songer à ranger parmi les Gymnospermes, non plus que parmi les Cryptogames vasculaires, et qu'il a désignés comme « Proangiospermes », à défaut d'indices suffisants permettant de les attribuer franchement aux Monocotylédones, dont ils semblent cependant se rapprocher, les uns par leurs tiges ou rhizomes marqués d'insertions foliaires transversales ou de cicatrices radiculaires arrondies, comme les *Caulomorpha*, les autres par leurs feuilles rubanées, dépourvues de nervure médiane, comme les *Changarniera*.

Il s'est toutefois montré moins réservé pour quelques empreintes de la flore néojurassique du Portugal, dans lesquelles il a pensé reconnaître des Monocotylédones, et en particulier des feuilles de *Rhizocaulon*; mais à part ces quelques restes, il a trouvé cette flore constituée par un mélange de Gymnospermes et de Cryptogames vasculaires, où les Fougères tiennent la plus large place et lui ont fourni un très grand nombre de formes nouvelles. Quant aux Dicotylédones, elles paraissent y faire absolument défaut, et leur absence dans ces couches donne d'autant plus d'intérêt à la découverte qu'a faite Saporta, dans les couches infracrétacées de Torres-Vedras, qui viennent immédiatement au-dessus et doivent être rapportées au valanginien, d'un certain nombre d'empreintes susceptibles de leur être attribuées : elles apparaissent noyées dans une flore principalement composée de Fougères avec quelques Conifères et Cycadées, et dont l'ensemble affecte encore un aspect plutôt jurassique que crétacé : il y a là notamment, à côté de feuilles à caractères encore flottants, des graines munies d'une aile finement nerviée, qui semblent pouvoir être rapportées aux Cédrélées. Un peu plus haut, sur le niveau de l'urgonien, à Cercal, on rencontre des feuilles déjà mieux caractérisées de Dicotylédones ne pouvant plus laisser place au doute, et parmi elles, un type des plus remarquables de plantes nageantes, à feuilles attachées sur un axe flottant, auquel Saporta a donné le nom générique de *Choffatia*, et qu'il a, en fin de compte, après l'avoir comparé d'abord aux Lemnacées, rapproché d'une Euphorbiacée aquatique, le *Phyllanthus fluitans*. D'autres feuilles, à nervures anastomosées, sont classées par lui dans le genre *Protorrhipis*, dont il révoque en doute l'attribution aux Filicinées et dans lequel il est porté à voir un type proangiospermique, lui trouvant plus de ressemblance, au point de vue de la forme et de la nervation, avec certaines feuilles ou gaînes pétiolaires de Dicotylédones, qu'avec les frondes stériles de *Drynaria* ou de *Platycerium* auxquelles on l'a assimilé. Les *Protorrhipis* remontant au rhétien, l'origine première des Dicotylédones se trouverait dès lors reportée beaucoup plus loin dans le passé qu'on ne l'avait admis, mais des découvertes ultérieures permettront seules d'apprécier la valeur de cette hypothèse, dont on ne saurait méconnaître l'intérêt.

Cette flore de Cercal, qui comprend en outre, avec diverses Fougères et Conifères, un *Isoetes* incontestable, le premier représentant connu de ce genre, paraît devoir être à peu près contemporaine de celle des couches inférieures du Potomac aux États-Unis, où les découvertes de M. Fontaine, à peine antérieures à celles de Saporta, ont révélé l'existence de nombreuses Dicotylédones, les plus anciennes qui eussent été jusqu'alors observées, et avec lesquelles celles des couches albiennes de Buarcos et de Nazareth, qui viennent ensuite, ont d'étroites analogies. Saporta a réussi à préciser les affinités de ces dernières et à reconnaître notamment, parmi elles, des *Salix*, des Laurinées, des Protéacées, des *Aralia*, des Ampélidées, des *Eucalyptus*, un *Magnolia*, et d'intéressantes Nymphéinées, à savoir un *Nelumbium* et un type particulier voisin des *Brasenia*.

On ne saurait trop insister sur l'intérêt de cet ensemble de découvertes, d'autant plus remarquables que la plupart de ces gisements du Portugal ne renferment que des empreintes fort incomplètes, des fragments de plantes dissociés, dont l'étude et la coordination offraient d'extrêmes difficultés. Avec une patience et une sagacité merveilleuses, Saporta a rapproché ces débris, il les a complétés les uns par les autres, il est parvenu à les interpréter et à leur arracher de précieuses révélations sur un des points les plus importants de l'histoire du monde végétal, nous faisant, pour ainsi dire, assister à l'éclosion des Dicotylédones, nous montrant avec quelle rapidité elles paraissent s'être développées et diversifiées et avoir pris possession de leurs caractères définitifs.

Ses autres observations, soit sur la flore cénomanienne du Portugal, soit même sur la flore crétacée de la France, peuvent être sans inconvénient passées sous silence, à côté de cette étude sur la flore infracrétacée, qui a fait faire de tels progrès à nos connaissances. Il faut mentionner cependant, au sommet de la série crétacée supérieure, ses recherches sur la flore des lignites de Fuveau, où il a reconnu, entre autres, un fort beau *Nelumbium*, un *Pistia*, et une Osmonde voisine de notre Osmonde royale.

Avec le tertiaire, on entre dans un ordre de faits moins différent de celui d'aujourd'hui, et en même temps les éléments observés se multiplient de plus en plus, de sorte qu'il devient à peu près impossible d'entrer dans le détail et qu'il faut se borner à résumer en termes très généraux les résultats obtenus.

La flore paléocène, que Saporta a été le premier à étudier, comprend, à côté de nombreuses formes exotiques dénotant un climat à la fois chaud et humide, des espèces singulièrement voisines déjà de celles qui vivent aujourd'hui dans nos pays. C'est ainsi qu'à Gelinden MM. Marion et de Saporta ont reconnu, à côté de diverses Quercinées et Laurinées d'affinités asiatiques, un *Quercus*, un *Dryophyllum*, un *Hedera*, dont nos *Quercus pseudosuber*, *Castanea vulgaris*, *Laurus nobilis*, *Hedera helix*, se laissent rapprocher sans effort; il y a cependant encore là des types qui ne sauraient être directement rattachés à aucun de ceux de la flore actuelle, comme les *Dewalquea*, qui, avec leurs grandes feuilles pédalées, semblent représenter des Helléborées frutescentes ou arborescentes. A Sézanne, la flore, plus variée, offre des associations analogues, mais avec prédominance plus marquée peut-être des formes exotiques, Cyathéacées, Pandanées, Artocarpées, Laurinées, Tiliacées, à côté desquelles on remarque cependant un Lierre et une Vigne peu éloignés des nôtres.

Dans l'éocène proprement dit, il faut citer les couches à plantes des environs du Puy, où Saporta a reconnu des Myricées, des *Andromeda*, des Légumineuses, et un *Phœnix* représenté à la fois par ses feuilles et par des débris d'inflorescences.

C'est encore à l'éocène, mais à sa région tout-à-fait supérieure, qu'appartiennent les gypses d'Aix, à l'exploration desquels Saporta s'est attaché avec tant de passion et dont la flore, grâce à ses travaux, est aujourd'hui, avec les 499 espèces qu'il y a relevées, la mieux connue de toutes les flores fossiles afférentes à une même localité. L'étude approfondie qu'il en a faite l'a amené à d'importantes rectifications des idées qui avaient cours et qu'il avait lui-même admises au début de ses recherches. C'est ainsi, par exemple, que l'on regardait, d'après les travaux d'Unger et de M. d'Ettingshausen, la flore éocène d'Europe comme ayant avec la flore actuelle de l'Australie des affinités marquées et comme renfermant en particulier de nombreuses Protéacées de type australien : Saporta a montré notamment que la plupart des feuilles rapprochées des *Dryandra* et des *Banksia* devaient être, en réalité, reportées dans les Myricées, et de même les *Lomatites* dans les Synanthérées où ils viennent prendre place à côté des *Baccharis*, sinon parmi eux. De même les rameaux qu'on avait classés dans les Santalacées comme *Leptomeria* ont été reconnus par lui pour des fragments d'inflorescences de Palmiers, appartenant les unes à des *Sabal*, les autres à des *Trachycarpus* ou à des formes très voisines. Envisagée dans son ensemble, la flore d'Aix atteste un climat sec et chaud, comparable dans une certaine mesure au climat africain : elle renferme un assez grand nombre de types qui vivent encore aujourd'hui en Provence ; d'autres ont quitté le pays, mais pour se retirer seulement de quelques degrés vers le sud ; d'autres encore sont maintenant cantonnés soit dans la zone intertropicale, soit dans l'Extrême-Orient, soit dans l'Amérique du Nord, quelques-uns au sud de l'Afrique ou de l'Asie. Quatre genres seulement ne font plus partie de la flore actuelle. Par contre, les formes boréales à feuilles caduques qui s'étendent aujourd'hui jusqu'au sud de l'Europe sont les unes très rares, les autres, et les plus nombreuses, encore absentes de la flore d'Aix, mais on les verra apparaître peu à peu en Provence à mesure que se déroulera la période oligocène.

Plusieurs d'entre elles, telles que *Ulmus*, *Carpinus*, *Alnus*, se montrent dès la base du tongrien, à Saint-Zacharie, associées toujours à de nombreuses formes tropicales ou subtropicales, Myricées, Araliacées, Célastrinées, Rhamnées, Légumineuses, ainsi qu'aux *Rhizocaulon*, ce curieux genre de plantes aquatiques qui a joué un si grand rôle dans la végétation des lacs tertiaires de Provence, et que Saporta, qui en a fait une étude minutieuse, rapproche à la fois des Restiacées et des Eriocaulées.

A Armissan, sur le niveau du tongrien supérieur, le même mouvement se continue : les Bouleaux, les Peupliers, les divers genres d'Ulmacées s'y multiplient, sans cependant altérer sensiblement le caractère général de la flore ; à côté d'eux apparaissent les *Sequoia* avec deux espèces remarquablement voisines de celles de Californie.

La flore aquitanienne de Manosque et de Céreste qui a, comme celle d'Aix, occupé Saporta jusqu'à son dernier jour, est encore extrêmement riche en végétaux des régions chaudes : des Palmiers, entr'autres un *Phœnix* voisin du *Ph. silvestris,* des Laurinées très variées, des Myrsinées, des Jujubiers, des Ailantes, des Césalpiniées, des Mimosées, un *Nelumbium* allié de très près au *Nel. speciosum* actuel, une Cycadée même, dernier vestige, à ce qu'il semble, des représentants jurassiques de cette classe ; à côté de ces types, disparus depuis lors de nos régions, on remarque une série d'espèces beaucoup plus rapprochées de celles de notre flore indigène, qui apparaissent comme les formes ancestrales de bon nombre de ces dernières, telles, entre autres, que nos *Alnus incana*, *Ostrya carpinifolia*, *Fagus silvatica*, *Populus nigra*, *Pop. alba*, *Ulmus montana*, *Laurus nobilis*, *Fraxinus oxyphylla*, *Acer opulifolium*, *Acer campestre*, et qu'on peut, à partir de ce moment, suivre à travers le miocène et le pliocène, jusqu'à l'époque actuelle.

Sur le même horizon, la flore de Coumi, en Grèce, a offert à Saporta une constitution presque semblable, mélange de formes du sud de l'Europe avec de nombreuses formes exotiques, principalement asiatiques et africaines ; il a reconnu notamment, parmi ces dernières, un *Encephalartos* voisin de l'*Enc. Lehmanni.*

C'est vers la fin du miocène que doit se placer, d'après lui, l'élimination de la plupart de ces éléments tropicaux ou subtropicaux et leur remplacement par une série d'autres qui ne s'étaient pas encore montrés, tels, par exemple, que les Chênes des groupes *Robur*, *Toza* et *Infectoria*, dont les débris se trouvent en abondance dans plusieurs dépôts pliocènes, et dont il a suivi les modifications successives depuis leur première apparition jusque dans la flore actuelle.

Pour cette dernière période de l'ère tertiaire, Saporta a tiré de précieux renseignements de la comparaison des gisements de Théziers et Vaquières, de Meximieux et du Cantal, le premier, un peu plus ancien, il est vrai, que les deux autres, correspondant au voisinage de la mer, le second plus avancé dans l'intérieur des terres, offrant les débris de la flore du fond des vallées, tandis que le troisième fait connaître la végétation forestière qui peuplait les flancs de l'ancien volcan du Cantal et permet d'apprécier l'influence de l'altitude. Bien que ces trois gisements se relient l'un à l'autre par la communauté de certaines espèces, celui de Théziers et de Vaquières se distingue par la présence de types particuliers, les uns africains, les autres spéciaux à la zone méditerranéenne. A Meximieux, à côté d'espèces identiques ou affines à celles de l'Extrême-Orient, et qui se retrouvent en partie dans le Cantal, telles qu'un Bambou, que le *Torreya nucifera*, l'*Acerlætum*, la flore rappelle surtout celle des Canaries, notamment par ses Fougères et par ses Laurinées. Dans les cinérites du Cantal, les végétaux à affinités canariennes ne tiennent plus qu'un rang beaucoup moins important, elles sont remplacées par des formes américaines, caucasiennes, ou européennes, et l'on voit, par exemple, apparaître l'*Alnus glutinosa*, le *Fagus silvatica*, un Sapin voisin de l'*Abies pinsapo*, ainsi que divers autres types de stations relativement froides ; ce dernier caractère s'accentue même davantage encore, à raison de l'exposition, sur le versant nord de la montagne, où le Hêtre, le Charme, l'Orme abondent, associés au Tremble et au Chêne Rouvre.

A l'époque quaternaire, les types exotiques disparaissent, mais Saporta a montré que, tout au moins par la distribution des espèces, la flore présentait encore des différences assez marquées avec celles de l'époque actuelle : c'est ainsi que, d'une part, l'*Ulmus* *montana*, le *Salix cinerea*, le *Tilia platyphylla*, abondent dans les tufs de Provence, associés au Laurier des Canaries et au Figuier, et que, d'autre part, ces deux dernières espèces, de même que le Buis et l'Arbre de Judée, remontaient alors jusqu'à Paris, où elles ne sont plus spontanées aujourd'hui. La flore sans doute n'était pas identique à Paris et dans le midi de la France, ainsi que le témoigne la substitution, dans les tufs provençaux, du *Fraxinus Ornus* et de l'*Acer opulifolium* au *Fraxinus excelsior* et à l'*Acer pseudoplatanus* des tufs de Moret, mais le climat était assurément plus égal et plus humide et les différences de végétation étaient moins tranchées.

Saporta a suivi ainsi toute la chaîne et a réussi à relier le présent au passé, s'attachant en particulier, comme il l'a fait notamment dans ses recherches sur la flore de Manosque, aux essences qui forment les traits dominants de notre flore actuelle et remontant, pour la plupart d'entre elles, jusqu'à leurs premières manifestations. Un fait intéressant qui se dégage de ses observations et qu'il avait relevé dès le début de ses études sur la végétation tertiaire, c'est la constance que présentent la plupart des types au point de vue de la plasticité et de la variabilité des formes, ceux qui aujourd'hui se font remarquer par leur polymorphisme, comme les Chênes par exemple, se montrant dans le passé tout aussi polymorphes et tout aussi difficiles à délimiter spécifiquement, tandis que les genres actuellement monotypes, tels, entre autres, que le genre *Ostrya*, ne paraissent, en général, représentés à un niveau donné que par une espèce unique, elle-même peu variable d'un horizon à l'autre et n'offrant souvent, par rapport à l'espèce actuelle, que des différences comparables aux variations individuelles de celle-ci.

Il était naturel qu'après avoir observé des enchaînements si frappants, Saporta éprouvât, avec sa vive imagination, le besoin d'aller plus loin encore, de pénétrer plus avant dans le secret du développement du monde végétal. Faisant donc appel, avec le concours de M. Marion, aussi bien dans le domaine de la botanique vivante que dans celui de la paléontologie, à tous les faits susceptibles de fournir quelque indice, il a montré comment les plus grands groupes paraissaient eux-mêmes se relier les uns aux autres, et comment on pouvait concevoir les transformations successives par le moyen desquelles ils ont dû se constituer. Il n'y a pas à songer à donner ici une idée de cette œuvre remarquable, de *l'Evolution du règne végétal*: tout au plus est-il possible de mentionner comme particulièrement intéressantes, d'une part l'étude que les auteurs ont consacrée au groupe des végétaux diploxylés de l'ère paléozoïque, qui leur paraissent établir, avec les Cycadées, le lien entre les Gymnospermes et les Cryptogames vasculaires hétérosporées, d'autre part les ingénieuses considérations par lesquelles, s'appuyant notamment sur le développement des organes foliaires, et sur les caractères communs que l'on retrouve à cet égard chez les Monocotylédones et chez les Dicotylédones, ils sont arrivés à se représenter ce qu'ont dû être les Angiospermes primitives, dans lesquelles ils voient un rameau spécial,distinct dès l'origine de celui des Gymnospermes et demeuré sans doute longtemps obscur et subordonné.

Saporta ne désespérait pas qu'un jour les découvertes paléontologiques parvinssent à faire la lumière sur ces grandes questions, dont l'intuition humaine la plus hardie demeure impuissante à donner la solution définitive ; il y a lui-même travaillé de tout son pouvoir, il s'est donné tout entier à la recherche de la vérité, et nous lui devons de précieuses révélations.

Il nous laisse en outre un grand exemple, celui d'une vie consacrée, de propos délibéré, à la science, sans aucun intérêt de carrière ou de situation, sans préoccupation des honneurs à conquérir. Grand seigneur de race en même temps que grand savant, tous ceux qui ont eu la bonne fortune de le connaître ont apprécié à la fois sa rare modestie, sa courtoisie extrême, et son merveilleux enthousiasme pour les recherches. Tous ses confrères en paléontologie, même les plus jeunes, pouvaient avec pleine confiance faire appel à ses lumières, ils le trouvaient toujours prêt à leur répondre, à entrer avec eux en échange d'idées, à examiner les objections qui pouvaient lui être faites, apportant dans la discussion, avec une conviction ardente, un profond respect des opinions contradictoires, et n'ayant qu'un désir, celui d'arriver à la vérité. Semant à pleines mains, sans souci de s'en assurer la paternité, les idées neuves, les aperçus originaux, qui semblaient déborder de son esprit toujours en travail, il se prodiguait à ses interlocuteurs comme à ses correspondants avec une générosité sans égale; et si, à leur tour, il leur arrivait de lui suggérer quelque vue nouvelle qui lui parût justifiée, il se plaisait, en la mentionnant, à leur en faire honneur, heureux qu'il était en toute occasion de faire valoir les travaux des autres et de les mettre en lumière.

Le Marquis de Saporta laisse ainsi à tous le souvenir d'un maître aussi aimé que respecté, en même temps que d'un des esprits les plus éminents dont ait à s'enorgueillir la paléontologie végétale.

LISTE CHRONOLOGIQUE DES TRAVAUX DU MARQUIS G. DE SAPORTA

1856. — Naturalisation du Marronnier (*Æsculus Hippocastanum*) en Provence (Genève, *Biblioth. univ.*, *Arch. des sc. phys. et nat.*, 4ᵉ Sér., t. XXXIII, p. 79-80).

1860. — Note sur les plantes fossiles de la Provence (Lausanne, *Bull. Soc. vaudoise des sc. nat.*, t. VI, p. 505-514).

1861. — Examen analytique des flores tertiaires de Provence (précédé d'une Notice géologique et paléontologique sur les terrains lacustres de cette région, par M. Ph. Matheron). Zurich, in-fol., 55 p. (Recherches sur le climat et la végétation du pays tertiaire, par O. Heer, trad. par C. T. Gaudin, p. 133-171).

1862.— Études sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire (*Comptes rendus Acad. des sciences,* t. LV, p. 396-400, 1ᵉʳ septembre 1862).

1862-1874. — Études sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire. Paris, in-8°, 4 vol.

Première partie (*Ann. sc. nat.*; 4ᵉ Sér., *Bot.*, t. XVI, p. 309-345, pl. 17; 1862. — *Ibid.*, t. XVII, p. 191-311, pl. 1-14; 1862. — *Ibid.*, t. XIX, p. 5-124, pl. 1-11; 1863); 1 vol. 158 p., 1-14 pl.; p. 159-286, 11 pl.; 1863.

Deuxième partie (*Ann. sc. nat.*, 5ᵉ Sér., *Bot.*, t. III, p. 5-152, pl. 1-8; 1865. — *Ibid.*, t. IV, p. 5-264, pl. 1-13; 1865). 1 vol. 148 p., 8 pl.; p. 149-408, 13 pl.; p. 332-336 (*sic*) (table des matières); 1866.

Troisième partie (*Ann. sc. nat.*, 5ᵉ Sér., *Bot.*, t. VIII, p. 5-136, pl. 1-15; 1867. — *Ibid.*, t. IX, p. 5-62, pl. 1-7; 1868); 1 vol. 136 p., 15 pl.; p. 137-194, 7 pl.; « 1867. »

Supplément I : Révision de la flore des gypses d'Aix (*Ann. sc. nat.*, 5ᵉ Sér., *Bot.*, t. XV, p. 277-351, pl. 15, 16: 1872. — *Ibid.*, t. XVII, p. 5-44, pl. 1-5; 1873. — *Ibid.*, t. XVIII, p. 23-146, pl. 6-18; 1874). 1 vol. 79 p., 2 pl.; p. 81-120, 5 pl.; p. 121-244, pl. 6-18; « 1872. »

1863. — Sur le rôle des végétaux à feuilles caduques dans les flores antérieures au miocène proprement dit et spécialement dans celle du gypse d'Aix (Genève, *Bibl. univ.*, *Arch. des sc. phys. et nat.*, n^{elle} pér., t. XIV, p. 186-207). — (*Ann. sc. nat.*, 5ᵉ Sér., *Bot.*, t. I, p. 52-69; 1864).

Le même traduit en anglais par W. S. Dallas : On the part played by deciduous plants in the tertiary floras previous to the Miocene properly so-called, and especially in that of the Gypsum of Aix (*Ann. and Magaz. nat. hist.*, 3ᵈ Ser., t. XII, p. 290-303; 1863).

1863. — Note sur une nouvelle classification des terrains tertiaires lacustres du Sud-Est de la France (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2ᵉ Sér., t. XX, p. 34-41).

1864. — Sur la découverte d'une Cycadée dans le terrain tertiaire moyen de Provence (*B. S. G. Fr.*, 2ᵉ Sér., t. XXI, p. 314-328, pl. V).

1864. — Sur les tufs quaternaires des Aygalades et de la Viste (*B. S. G. Fr.*, 2ᵉ Sér., t. XXI, p. 495-499).

1864. — Communication à propos des empreintes végétales trouvées dans la Craie moyenne, au bord de l'étang de Berre, dans la course des Martigues (*B. S. G. Fr.*, 2ᵉ Sér., t. XXI, p. 499-502).

1866. — Notice sur des plantes fossiles des calcaires concrétionnés de Brognon (Côte-d'Or) (*B. S. G. Fr.*, 2ᵉ Sér., t. XXIII, p. 253-280, av. fig., pl. V, VI).

1866. — Remarques sur les genres de végétaux actuels dont l'existence a été constatée à l'état fossile, leur ancienneté relative, leur distribution, leur marche et leur développement successifs (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. XIII, p. 189-213).

1866. — Sur une note présentée à la Société Botanique de France (1) (*B. S. G. Fr.*, 2ᵉ Sér., t. XXIII, p. 537-541).

1867. — Discours de réception à l'Académie d'Aix (*Mémoires de l'Acad. des sc., agriculture, arts et belles-lettres d'Aix*, t. IX, p. 211-246, séance du 29 mai 1866).

1867. — Procès-verbaux des Iʳᵉ et VIᵉ Sections du Congrès scientifique tenu à Aix en 1866 (*Congrès scient. de Fr.*, 33ᵉ sess., t. I, p. 203-333; p. 334-398 ; p. 399-470).

1867. — Sur la flore des tufs quaternaires en Provence. Aix, in-8ᵉ, 32 p., 1 pl. (*Congrès scient. Fr.*, 33ᵉ sess., t. I, p. 267-296, 1 pl.).

1867. — [Description du bassin de Cucuron] (*Congr. scient. Fr.*, 33ᵉ sess., t. I, p. 236-239).

1867. — [Sur l'*Asplenium Petrarchæ* D. C.] (*Congr. scient. Fr.*, 33ᵉ sess., t. I, p. 304-306).

1867. — Températures des temps géologiques d'après des indices tirés de l'observation des plantes fossiles (*Congr. scient. Fr.*, 33ᵉ sess., t. I, p. 334-338).

1867. — Réflexions sur l'enchaînement de diverses flores locales tertiaires du midi de la France et les avantages qui résultent de leur disposition en série, pour la connaissance des changements opérés autrefois dans la végétation (*Ann. Soc. litt., scient. et artist. d'Apt, Vaucluse*, t. III, p. 1-24).

---

(1) Note précédente.

1867. — Résumé de sa communication, faite à la Sorbonne, sur ses observations de paléontologie végétale (*Rev. des Soc. sav.*, 2e Sér., t. I, p. 249-252).

1867. — Notice sur l'*Asplenium Petrarchæ* D. C. (*B. S. Bot. Fr.*, t. XIV, p. 179-190, pl. IV).

1867. — Note sur une collection de plantes fossiles provenant de la craie à *Belemnites mucronatus* de Haldem en Westphalie (*B. S.G Fr.*, 2e Sér., t. XXIV, p. 33-36).

1867. — Sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire (*B. S. G. Fr.*, 2e Sér., t. XXIV, p. 117-122).

1867. — Sur la température des temps géologiques, d'après des indices tirés de l'observation des plantes fossiles. Genève, in-8°, 54 p. (*Bibl. univ., Arch. des sc. phys. et nat.*, nelle pér., t. XXVIII, p. 89-142).

Le même en anglais : On the temperature of geological periods, from indication derived from the observation of fossil plants (*Ann. and Magaz. nat. hist.*, 3d Ser., t. XIX, p. 263-282, p. 340-355; 1867).

1867. — Analyse d'un mémoire intitulé : Sur la température des temps géologiques, d'après les indices tirés de l'observation des plantes fossiles (*B. S. G. Fr.*, 2e Sér., t. XXIV, p. 501-504).

1867. — Sur une plante fossile des gypses d'Aix voisine des Broméliacées (*B. S. G. Fr.*, 2e Sér., t. XXIV, p. 618).

1867. — Époque glaciaire (*Matériaux pour l'hist. prim. et nat. de l'homme*, t. III, p. 111-112).

1867. — Notice sur les plantes fossiles de Coumi et d'Oropo. Paris, in-4°, 17 p., 2 pl. (Animaux fossiles et géologie de l'Attique, par A. Gaudry, p. 410-426, pl. LXIV-LXV).

1867.— Aperçu sur la flore de l'époque quaternaire. Caen, in-8°, 17 p. (*Annuaire Institut des provinces*, t. XX, p. 9-23; 1868).

1868. — [Découverte de cônes de pins dans le néocomien des environs de Paris par M. Carnuel] (*Ann. Instit. des prov.*, t. XX, p. 104-105).

1868. — [Observations sur les végétaux fossiles de Brognon] (*Ann. Instit. des prov.*, t. XX, p. 105).

1868.— La végétation du globe dans les temps antérieurs à l'homme. Paris, in-8°, 29 p. (*Revue des Deux-Mondes*, t. LXXIV, p. 315-340, 15 mars 1868).

1868. — La paléontologie appliquée à l'étude des races humaines. Paris, in-8°, 35 p. (*Revue des Deux-Mondes*, t. LXXVI, p. 973-1005, 15 août 1868).

1868. — Sur la flore fossile des régions arctiques (*B. S. Bot. Fr.*, t. XV, p. 64-71).

1868. — Note sur la flore fossile de Coumi (Eubée) (*B. S. G. Fr.*, 2e Sér., t. XXV, p. 315-328).

1868. — Note sur les calcaires concrétionnés à empreintes végétales de Saint-Gély (Hérault) (*B. S. G. Fr.*, 2e Sér., t. XXV, p. 892-895).

1868. — Prodrome d'une flore fossile des travertins anciens de Sézanne. Paris, in-4°, 151 p., 15 pl. (*Mém. Soc. Géol. Fr.*, 2e Sér., t. VIII, p. 287-437, pl. I-XV).

1868. — Caractères de l'ancienne végétation polaire. Analyse raisonnée de l'ouvrage de M. Oswald Heer, intitulé *Flora fossilis arctica*. Paris, in-8°, 43 p. (*Ann. sc. nat.*, 5e Sér., *Bot.*, t. IX, p. 86-126).

1868. — Température de la Provence à l'époque du renne (*Mat. p. l'hist. prim. et nat. de l'homme*, t. IV, p. 42).

1868. — Haches polies du Sud-Est de la France (*Mat. p. l'hist. prim. et nat. de l'homme*, t. IV, p. 42-43).

1869. — Sur l'extension géographique de certaines espèces de la période tertiaire (*Rev. des Soc. sav.*, 2e Sér., t. III, p. 110-116).

1869. — Sur la flore des tufs pliocènes de Meximieux (*B. S. Bot. Fr.*, t. XVI, p. 117-124).

1869. — Présentation de la 3e partie des *Études sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire* (*B. S. G. Fr.*, 2e Sér., t. XXVI, p. 751-752).

1869. — Sur l'existence de plusieurs espèces actuelles observées dans la flore pliocène de Meximieux (Ain) (*B. S. G. Fr.*, 2e Sér., t. XXVI, p. 752-773).

1869. — Sur les flores du bassin tertiaire du Puy (*B. S. G. Fr.*, 2e Sér., t. XXVI, p. 1059).

1869. — Sur la flore des grès arkoses du Puy (*B. S. G. Fr.*, 2e Sér., t. XXVI, p. 1078).

1869. — L'école transformiste et ses derniers travaux (*Rev. des Deux-Mondes*, t. LXXXIII, p. 635-674, 1er octobre 1869).

1870. — Existence de plusieurs espèces actuelles observées dans la flore pliocène de Meximieux (Ain). (*Rev. des Soc. sav.*, 2e Sér., t. IV, p. 155-158).

1870. — Improvisation sur les découvertes récentes faites dans la flore du terrain tertiaire et dans celle du bassin de Paris (*Ann. Instit. des prov.*, t. XXII, p. 120).

1870. — Histoire de la création, exposé scientifique des phases de développement du globe terrestre et de ses habitants, par M. H. Burmeister, directeur du musée de Buenos-Ayres, traduit de l'allemand par M. E. Maurepas (*Revue des Deux-Mondes*, t. LXXXVII, p. 763-767, 1er juin 1870).

1870. — Les anciens climats. Paris, in-8°, 31 p. (*Revue des Deux-Mondes*, t. LXXXVIII, p. 208-238, 15 juillet 1870).

1870. — Le phénomène de la vie. Discours prononcé à la séance publique annuelle de l'Académie des sciences, agriculture, arts et belles-lettres d'Aix. Aix, in-8°, 19 p. (*Séances publ. de l'Acad. d'Aix*, 50ᵉ séance, 8 juin 1870, p. 3-19).

1870.— Sur les Algues du terrain jurassique de la France (*B.S.G.Fr.*, 2ᵉ Sér., t. XXVII, p. 591-598).

1871. — [Sur certaines variations atmosphériques] (*Bull. hebdom. de l'Assoc. scient. de Fr.*, t. IX, p. 134-135).

1871. — Les explorations sous-marines (*Rev. des Deux-Mondes*, t. XCIV, p. 177-204).

1871. — Les phénomènes naturels considérés comme expression des mouvements passionnés chez les différentes races humaines. Discours prononcé à la séance publique de l'Académie des sciences, agriculture, arts et belles-lettres d'Aix le 9 juin 1871. Aix, in-8°, 25 p. (*Séances publ. de l'Acad. d'Aix*, 51ᵉ séance, 9 juin 1871, p. 3-25).

1871. — Observations sur un hybride spontané du Térébinthe et du Lentisque (*en collaboration avec* M. A. F. Marion) (*C. R. Ac. sc.*, t. LXXIII, p. 508-511, 21 août 1871).

1871. — La naissance de la vie sur le globe. Les premiers organismes terrestres (*Rev. des Deux-Mondes*, t. XCVI, p. 586-616, 1ᵉʳ décembre 1871).

1872. — Plantes fossiles de l'époque jurassique (*C. R. Ac. sc.*, t. LXXIV, p. 258-262, 22 janvier 1872).

1872. — Sur une détermination plus précise de certains genres de Conifères jurassiques, par l'observation de leurs fruits (*C. R. Ac. sc.*, t. LXXIV, p. 1053-1056, 15 avril 1872).

1872. — Sur une revision de la flore fossile des gypses d'Aix (*C. R. Ac. sc.*, t. LXXIV, p. 1530-1534, 17 juin 1872).

1872-1891. — Paléontologie française. Plantes jurassiques. Paris, in-8°, 4 vol.

Tome I. Introduction ; Algues ; Équisétacées ; Characées ; Fougères. 506 p., 70 pl. 1872-1873 (p. 1-432, pl. 1-60 ; 1873 ; — p. 433-506, pl. 61-70 ; 1873).

Tome II. Cycadées. 352 p., 58 pl. 1873-1875 (p. 1-192, pl. 1-26 ; 1873 ; — p. 193-288, pl. 27-49 ; 1874 ; — p. 289-352, pl. 50-58 ; 1875).

Tome III. Conifères ou Aciculariées. 672 p., 98 pl. 1876-1884 (p. 1-96, pl. 1-16 ; 1876 ; — p. 97-240, pl. 17-37 ; 1877 ; — p. 241-368, pl. 38-57 ; 1878 ; — p. 369-464, pl. 58-73 ; 1879 ; — p. 465-512, pl. 74-79 ; 1880 ; — p. 513-544, pl. 80-83 ; 1881 ; — p. 545-672, pl. 84-98 ; 1884).

Tome IV. Éphédrées, Spirangiées, Types proangiospermiques et Supplément final. 538 p., 74 pl. 1886-1891 (p. 1-176, pl. 1-22 ; 1886 ; — p. 177-208, pl. 23-28 ; 1888 ; — p. 209-272, pl. 29-40 ; 1889 ; — p. 273-352, pl. 41-52 ; 1890 ; — p. 353-548, pl. 53-74 ; 1891).

1872. — Discours de réception à l'Académie des sciences, lettres et arts de Marseille (Des rapports dans le passé des deux catégories d'êtres en lesquelles se partage le monde organisé). Marseille, in-8°, 19 p. (*Mém. de l'Acad. des sc., belles-lettres et arts de Marseille*, années 1872-1874, p. 95-111; 1875).

1872. — Observations sur un hybride spontané du Thérébinthe et du Lentisque (*en collaboration avec* M. Marion) (*Ann. sc. nat.*, 5e Sér., *Bot.*, t. XIV, p. 5-25, pl. 1-3).

1872. — Sur les plantes jurassiques (*B. S. G. Fr.*, 2e Sér., t. XXIX, p. 160-164).

1872-1873. — Notice sur les plantes fossiles du niveau des lits à poissons de Cerin. Paris, Lyon, in-8°, 60 p., 2 pl.; 1873. (*Ann. Soc. agric., hist. nat. et arts utiles de Lyon*, 4e Sér., t. V, p. 87-142; 1872. — Description des Poissons fossiles provenant des gisements coralliens du Jura dans le Bugey, par feu V. Thiollière, 2e livr., p. 27-41, pl. XIV, XV; 1875).

1873. — Forêts ensevelies sous les cendres éruptives de l'ancien volcan du Cantal, observées par M. *J. Rames*, et conséquences de cette découverte pour la connaissance de la végétation dans le centre de la France à l'époque pliocène (*C. R. Ac. Sc.*, t. LXXVI, p. 290-294, 3 février 1873. — *Ann. sc. nat.*, 5e Sér., *Bot.*, t. XVII, p. 402-406).

1873. — Sur les caractères propres à la végétation pliocène, à propos des découvertes de M. J. Rames, dans le Cantal (*B. S. G. Fr.*, 3e Sér., t. I, p. 212-232).

1873. — Examen critique d'une collection de plantes fossiles de Koumi (Eubée) (*Ann. scient. de l'Ecole normale sup.*, 2e Sér. t. II, p. 323-352, pl. II.)

1873. — Essai sur l'état de la végétation à l'époque des marnes heersiennes de Gelinden (*en collaboration avec* M. A. F. Marion). Bruxelles, in-4°, p. 94, 12 pl. (*Mém. cour. et mém. des sav. étrangers de l'Acad. de Belgique*, t. XXXVII, n° 6.)

1873. — Note sur une collection de plantes fossiles recueillie par M. le Comte R. de Bouillé aux environs de Biarritz, Saint-Jean-de-Luz et Pau (*Cong. scient. Fr.*, 39e sess., t. I, p. 451-461, pl. III. — Paléontologie de Biarritz et de quelques autres localités des Basses-Pyrénées par M. le Comte R. de Bouillé, p. 25-35, pl. III).

1874. — Sur la présence d'une Cycadée dans le dépôt miocène de Koumi (Eubée) (*C. R. Ac. Sc.*, t. LXXVIII, p. 1318-1321, 4 mai 1874).

1874. — Climat présumé de l'époque quaternaire (*Mat. p. l'hist. prim. et nat. de l'homme*, t. IX, p. 307-308).

1874. — Sur le climat présumé de l'époque quaternaire de l'Europe centrale d'après des indices tirés de l'observation des plantes (*Congrès internat. d'anthropol. et d'archéol. préhistorique.* Compte rendu de la 7e session, Stockholm, 1874, t. I, p. 80-110, 2 pl.).

1874. — Sur la flore des tufs pliocènes de Meximieux (*Assoc. franç. avanc. des sc.*, 2e Sess., Congr. de Lyon, p. 370, p. 457-469).

1874. — Sur la flore contemporaine des poissons fossiles du Bugey (*Ass. franç. avanc. des sc.*, 2ᵉ Sess., Congr. de Lyon, p. 371).

1874. — Observations sur la note de M. Bayan sur la présence du genre *Spirophyton* dans les terrains paléozoïques de l'Espagne (*B. S. G. Fr.*, 3ᵉ Sér., t. II, p. 172).

1874. — Sur les couches supérieures à la mollasse du bassin de Théziers (Gard) et les plantes fossiles de Vaquières (*en collaboration avec* M. A. F. Marion (*B. S. G. Fr.*, 3ᵉ Sér., t. II, p. 272-287, pl. VII, VIII).

1874. — Sur l'existence constatée du Figuier aux environs de Paris à l'époque quaternaire (*B. S. G. Fr.*, 3ᵉ Sér., t. II, p. 439-443).

1875. — Sur le *Pinus Corneti* (*B. S. G. Fr.*, 3ᵉ Sér., t. II, p. 593-594).

1875. — Sur la découverte de deux types nouveaux de Conifères dans les schistes permiens de Lodève (Hérault) (*C. R. Ac. sc.*, t. LXXX, p. 1017-1020, 19 avril 1875.— *Bull. hebdom. Assoc. scient. Fr.*, t. XVI, p. 132-135).

1875. — Sur l'ornementation des fibres ligneuses striées et leur association aux fibres ponctuées ordinaires dans le bois de certains genres de Conifères (*C. R. Ac. sc.*, t. LXXX, p. 1105-1107, 26 avril 1875).

1875. — Notice sur les travaux scientifiques du Cᵗᵉ G. de Saporta. Paris, in-4°, 30 p.

1876. — Les associations végétales fossiles dans leurs rapports avec la nature physique des dépôts qui les renferment (*Revue scient.*, 2ᵉ Sér., t. XI, p. 33-38; p. 64-68 ; 8 et 15 juillet 1876).

1876. — Étude sur la vie et les travaux paléontologiques de Adolphe Brongniart, lue dans la séance annuelle de la Société Géologique de France du 20 avril 1876. In-8°, 37 p. (*B. S. G. Fr.*, 3ᵉ Sér., t. IV, p. 373-407).

1876. — Rapport sur les prix Rambot et Reynier (prix de vertu) (*Séances publ. de l'Acad. d'Aix*, 56ᵉ séance, 26 juin 1876, p. 61-79).

1876.— Recherches sur les végétaux fossiles de Meximieux (*en collaboration avec* M. le Dʳ A. F. Marion, précédées d'une introduction stratigraphique de M. A. Falsan. Lyon, Genève, Bâle, gr. in-4°, 209 p., 17 pl. (*Arch. du Muséum d'hist. nat. de Lyon*, t. I, p. 131-135, pl. XXII-XXXVIII).

1876. — Note de M. de Saporta sur son ouvrage intitulé : *Recherches sur les végétaux fossiles des tufs de Meximieux* (*B. S. Bot. Fr.* t. XXIII, p. 125-130).

1876-1878. — Les périodes végétales de l'époque tertiaire (*La Nature*, t. VIII, p. 1-4; 1876; — t. VIII, p. 154-158 ; p. 243-247 ; p. 403-407 ; 1877 ; — t. IX, p. 83-87 ; p. 123-125 ; p. 170-173 ; p. 242-247 ; p. 257-262 ; 1877 ; — t. X, p. 42-47 ; 1877 ; — t. X, p. 170-171 ; p. 186-187 ; p. 259-262 ; p. 282-286 ; p. 291-295 ; 1878 ; — t. XI, p. 3-7 ; p. 49-54 ; p. 113-119 ; 1878 ; — av. fig.)

1877. — Préliminaires d'une étude des Chênes européens vivants et fossiles comparés. Définition des races actuelles (*C. R. Ac. Sc.*, t.

LXXXIV, p. 244-247, 5 février 1877. — *Bull. hebdom. Assoc. scient. de Fr.*, t. XIX, p. 386-389). — Données paléontologiques (*C.R. Ac.Sc.*, t. LXXXIV, p. 287-290, 12 février 1877).

1877. — Sur une nouvelle expédition arctique de M. Nordenskiöld (*C. R. Ac. Sc.*, t. LXXXIV, p. 913-914.)

1877. — Sur la découverte d'une plante terrestre dans la partie moyenne du terrain silurien (*C. R. Ac. Sc.*, t. LXXXV, p. 500-501, 3 septembre 1877. — *Bull. hebdom. Assoc. scient. de Fr.*, t. XXI, p. 12-13.)

1877. — Découverte de plantes fossiles tertiaires dans le voisinage immédiat du pôle nord (*C. R. Ac. Sc.*, t. LXXXV, p. 561-563, 17 septembre 1877).

1877.— Nouvelles études sur la flore de Gelinden (*Ass. franç. avanc. d. sc.*, 5e Sess., Congr. de Clermont-Ferrand, p. 524).

1877. — Sur le climat des environs de Paris à l'époque du Diluvium gris, à propos de la découverte du Laurier dans les tufs quaternaires de La Celle (*Ass. franç. avanc. des sc.*, 5e Sess., Congr. de Clermont-Ferrand, p. 640-654, pl. XIII).

1877.— Les végétaux fossiles de l'étage rhétien en Scanie, à propos d'un mémoire du Dr A. G. Nathorst *Sur quelques plantes rhétiennes de Palsjö en Scanie* (*Ann. sc. géolog.*, t. IX, p. 73-100, pl. 23).

1877. — Sur la *Flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France*, de M. Cyrille Grand'Eury (*B. S. G. Fr.*, 3e Sér., t. V, p. 365-384).

1877. — L'ancienne végétation polaire d'après les travaux de M. le Professeur Heer et les dernières découvertes des explorateurs suédois. Paris, in-8°, 47 p., 2 cartes; 1877 (*Congr. internat. des sc. géographiques*, tenu à Paris du 1er au 11 août 1875. Compte rendu des séances, t. 1, p. 197-242, pl. IV-V; 1878).

1878. — Présentation du travail sur la flore fossile de Meximieux en collaboration avec M. Marion (*Rev. des Soc. sav.*, 2e Sér., t. X, p. 105-106).

1878. — Essai descriptif sur les plantes des fossiles des arkoses de Brives près Le Puy-en-Velay. Le Puy, in-8°, 72 p., 6 pl.; 1878 (*Ann. Soc. d'agric., sc., arts et commerce du Puy*, t. XXXIII, Mémoires, p. 1-72, pl. I-VI; 1882).

1878. — Causerie de voyage (*Mém. Acad. d'Aix*, t. XI, p. 187-205).

1878. — Les anciens climats de l'Europe et le développement de la végétation. Conférence donnée au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences tenu au Havre en août 1877. Aix, in-8°. 67 p., 2 pl. (*Mém. Acad. d'Aix*, t. XI, p. 385-419, 2 pl. — *Revue scientifique*, 2e Sér., t. XIV, p. 741-755, fig. 156-157, 9 février 1878).

1878. — Observations sur la nature des végétaux réunis dans le groupe des *Nœggerathia* (*C. R. Ac. sc.*, t. LXXXVI, p. 746-749; p. 801-804; p. 869-873; 25 mars, 1er et 8 avril 1878).

1878. — Compte-rendu des travaux de l'Académie (1876-1878) (*Séances publ. de l'Acad. d'Aix*, 58ᵉ séance, 17 juin 1878, p. 17-38).

1878. — Sur le nouveau groupe paléozoïque des Dolérophyllées (*C. R. Ac. sc.*, t. LXXXVII, p. 393-395, 9 septembre 1878).

1878. — Sur une nouvelle découverte de plantes terrestres siluriennes, dans les schistes ardoisiers d'Angers, due à M. *L. Crié* (*C. R. Ac. Sc.*, t. LXXXVII, p. 767-771, 18 novembre 1878).

1878. — Revision de la flore heersienne de Gelinden d'après une collection appartenant au comte G. de Looz (*en collaboration avec* M. le Dʳ A.-F. Marion). Bruxelles, in-4°, 110 p., 4 pl. (*Mém. cour. et mém. des sav. étrangers de l'Acad. de Belgique*, t. XLI, nᵒ 3).

1878. — Le monde des plantes avant l'apparition de l'homme (*La Nature*, t. XIII, p. 3-7, avec fig.).

1878. — Sur l'existence du terrain permien dans le département de l'Allier (*en collaboration avec* M. Julien.) (*Ass. franç. avanc. d. sc.*, 6ᵉ Sess., Congr. du Havre, p. 546-547),

1878. — Les anciens climats et leurs rapports avec la marche et le développement de la végétation européenne. Conférence (*Ass. franç. avanc. d. sc.*, 6ᵉ sess., Congr. du Havre, p. 1139-1153.)

1879. — Le monde des plantes avant l'apparition de l'homme. Paris, in-8°, VIII-416 p., 118 fig., 13 pl. (*B. S. G. Fr.*, 3ᵉ Sér., t. VII, p. 99-102. Présentation de l'ouvrage par l'auteur).

Le même traduit en allemand par Carl Vogt : Die Pflanzenwelt vor dem Erscheinen des Menschen. Brunswick, in-8°, XVI — 397 p., 118 fig., 13 pl.; 1881.

1879.— Discours prononcé dans la séance d'inauguration de la Société botanique et horticole de Provence le 16 février 1879. Marseille, in-8°, 15 p. (*Bull. Soc. bot. et hortic. de Provence*, t. I, p. 14-29).

1879. — Types de végétaux paléozoïques nouveaux et peu connus (*Ass. franç. avanc. d. sc.*, 7ᵉ Sess., Congr. de Paris, p. 576-577.)

1879. — Un fossile contesté (*Revue scientifique*, 2ᵉ Série, t. XVII, p. 187-188, 23 août 1879).

1879. — L'Association française à l'Exposition de 1878 (*Revue scientifique*, 2ᵉ sér., t. XVII, p. 198-203, 30 août 1879. — *Ass. franç. avanc. d. sc.*, 8ᵉ Sess., Congr. de Montpellier, p. 19-30; 1880).

1880. — Notice sur les végétaux fossiles de la Craie inférieure des environs du Havre. (*Bull. Soc. Géol. de Normandie*, t. VI, p. 640-661, pl. I-IV).

1880. — Sur l'*Encephalartos Gorceixianus*, Cycadée fossile du dépôt miocène de Koumi (Eubée). Marseille, in-8°, 4 p., 1 pl. (*Bull. Soc. bot. et hort. de Provence*, t. II, p. 41-44, 1 pl.).

1880. — Prodrome d'une étude comparative des Chênes vivants et fossiles du Midi de la France considérés au point de vue de la délimitation des espèces et des races, de leur filiation et de leur antiquité présumées, des effets de l'hybridité, etc. (*Bull. Soc. bot. et hort. de Provence*, t. II, p. 76-87). (Le travail, indiqué comme « à suivre », est resté inachevé.)

1880. — Tableau de la classification des étages tertiaires et quaternaires, avec la mention des principaux horizons ou dépôts de plantes fossiles compris dans ces étages à partir du Miocène, conçu au double point de vue de la marche de la végétation et des recherches d'archéologie préhistorique comparée (*Mat. p. l'hist. prim. et nat. de l'homme*, t. XV, p. 278-281).

1880-1882. — Histoire des variations morphologiques d'un type de plantes. Le *Salisburia* ou *Ginkgo* (*La Nature*, t. XVI, p. 1-3 ; 1880 ; — t. XVI, p. 102-106, p. 210-215, p. 378-382 ; 1881 ; — t. XVII, p. 123-125 ; 1881 ; — t. XIX, p. 155-158 ; p. 203-206; p. 299-302 ; 1882; av. fig.).

1881. — L'Évolution des Cryptogames (*en collaboration avec* M. Marion) (*Revue scientifique*, 3ᵉ Sér., t. I, p. 367-371, 19 mars 1881).

1881. — Sur la présence supposée des Protéacées d'Australie dans la flore de l'Europe ancienne (*C. R. Ac. sc.*, t. XCII, p. 1130-1133, 16 mai 1881).

1881. — Sur les genres *Williamsonia* Carruth. et *Goniolina* d'Orb. (*en collaboration avec* M. Marion) (*C. R. Ac. sc.*, t. XCII, p. 1185-1188, p. 1268-1270, 23 et 30 mai 1881).

1881. — Lettre sur les *Goniolina* (*B. S. G. Fr.*, 3ᵉ Sér., t. IX, p. 17).

1881. — Sur le Cours de botanique fossile, fait au Muséum d'histoire naturelle, par M. B. Renault (*B. S. G. Fr.*, 3ᵉ Sér., t. IX, p. 160-168).

1881. — Aperçu géologique du terroir d'Aix-en-Provence. Géognosie. Historique des travaux. Détails stratigraphiques et paléontologiques. Aix, in-12, 31 p.

1881. — Les temps quaternaires. — I. L'extension des glaciers (*Rev. des Deux-Mondes*, 3ᵉ Sér., t. XLVII, p. 335-369, 15 septembre 1881). — II. Les climats, les plantes, les populations (*Ibid.*, p. 835-866, 15 octobre 1881).

1881-1885. — L'évolution du règne végétal (*en collaboration avec* M. Marion). I. Les Cryptogames. Paris, in-8°, XII-238 p., 85 fig.; 1881. (*B. S. G. Fr.*, 3ᵉ Sér., t. IX, p. 300-303. Présentation de l'ouvrage par les auteurs).

Le même traduit en allemand : Die paläontologische Endwickelung des Pflanzenreichs. Die Kryptogamen. Leipzig, in-8°, VIX-250 p., 85 fig. II Les Phanérogames. Paris, 2 vol. in-8°; X-252 p., 106 fig.; 248 p., 30 fig.; 1885.

1882. — Réponse au discours de réception de M. Emile Arnaud (Discours de réception à l'Académie d'Aix prononcé le 28 février 1882 par M. E. Arnaud. Aix, in-8°, p. 41-47).

1882. — Sur quelques types de végétaux récemment observés à l'état fossile (*C. R. Ac. sc.*, t. XCIV, p. 922-924, p. 1020-1022 ; 3 et 10 av. 1882).

1882. — Sur le *Laminarites Lagrangei* Sap. et Mar. (*C. R. Ac. sc.*, t. XCIV, p. 1691-1693, 26 juin 1882).

1882.— Discours présidentiel prononcé à la séance publique annuelle de l'Académie des sciences, agriculture et belles-lettres d'Aix (*Séances publ. de l'Acad. d'Aix*, 62ᵉ séance, 17 juin 1882, p. 5-16).

1882. — Réponse au discours de réception de M. Alfred Jourdan (*Séances publ. de l'Acad. d'Aix*, 62ᵉ séance, 17 juin 1882, p. 39-50).

1882. — A propos des Algues fossiles. Paris, gr. in-4°, 82 p., 10 pl.

1882. — La formation de la houille. Paris, in-4°, 40 p. (*Rev. des Deux-Mondes*, 3ᵉ pér., t. LIV, p. 657-691, 1ᵉʳ décembre 1882).

1883. — Sur la formation de la houille d'après un mémoire de M. Grand'Eury (*B. S. G. Fr.*, 3ᵉ Sér., t. XI, p. 77-89).

1883. — Note explicative de M. de Saporta sur les conclusions de son mémoire relatif aux Algues fossiles (*B. S. G. Fr.*, 3ᵉ Sér., t. XI, p. 159-162).

1883. — Un essai de synthèse paléoethnique (*Rev. des Deux-Mondes*, 3ᵉ pér., t. LVII, p. 81-119).

1883. — [Note infrapaginale dans les *Contributions à la flore fossile du Japon*, par M. A. G. Nathorst. *Résumé analytique d'après une traduction du texte suédois*, par M. Ant. de Saporta] (*Ann. sc. nat.*, 6ᵉ Sér., *Bot.*, t. XV, p. 165-166).

1884. — Réponse au discours de réception de M. Alp. Dorlhac de Borne (Discours de réception à l'Académie d'Aix prononcé le 4 janvier 1884 par M. A. Dorlhac de Borne. Aix, in 8°, p. 37-47).

1884. — Les organismes problématiques des anciennes mers. Paris, gr. in-4°, 102 p. avec fig., 13 pl.

1884. — Nouvelles observations sur la flore fossile de Mogi, dans le Japon méridional. Paris, in-8°, 36 p., 3 fig., 4 pl. (*Ann. sc. nat.*, 6ᵉ Sér., *Bot.*, t. XVII, p. 73-106, pl. 6-9).

1884. — Oswald Heer et son œuvre (*Rev. des Deux-Mondes*, 3ᵉ pér., t. LXIV, p. 162-195 ; p. 884-915 ; 1ᵉʳ juillet et 15 août 1884).

1884. — Découverte d'un nouveau gisement jurassique de plantes fossiles à Auxey (*Revue scientifique*, 3ᵉ Sér. t. VIII, p. 534, 25 oct. 1884).

1885. — L'espèce dans le règne végétal d'après la théorie de l'évolution (*Rev. des Deux-Mondes*, 3ᵉ pér., t. LXVIII, p. 357-397, 15 mars 1885).

1885. — Note à l'appui de son mémoire sur les organismes problématiques des anciennes mers (*B. S. G. Fr.*, 3ᵉ Sér., t. XIII, p. 179-188).

1885.— Sur un type végétal nouveau provenant du Corallien d'Auxey (Côte-d'Or) (*C. R. Ac. sc.*, t. C, p. 1440-1443, 8 juin 1885).

1885.— Sur les descendants d'un Européen blond et d'une mulâtresse (*Bull. Soc. anthropol. Paris*, 3ᵉ Sér., t. VIII, p. 257-261).

1885. — Remarques sur le *Laminarites Lagrangei*, Sap. et Mar. (*B. S. G. Fr.*, 3ᵉ Sér., t. XIII, p. 418-420).

1885. — Sur un nouveau gisement de plantes fossiles coralliennes (*Ass. franç. avanc. d. sc.*, 13ᵉ Sess., Congr. de Blois, 1ʳᵉ part., p. 179 ; 2ᵉ part., p. 253-254).

1885. — Les organismes problématiques des anciennes mers (*La Nature*, t. XXV, p. 211-214 ; p. 243-246).

1886. — Les vicissitudes d'une région française. La Provence primitive (*Rev. des Deux-Mondes*, 3ᵉ pér., t. LXXIV, p. 789-831).

1886. — Nouvelles observations sur les genres *Podocarya* Buckl. et *Williamsonia* Carruth. (*Ass. franç. avanc. des sc.*, 14ᵉ Sess., Congr. de Grenoble, 1ʳᵉ part., p. 139-140.

1886. — Compte-rendu des travaux scientifiques de l'Académie pendant les années 1879-1886 (*Séances publ. de l'Acad. d'Aix*, 66ᵉ séance, 26 juin 1886, p. 41-54).

1886. — Sur l'horizon réel qui doit être assigné à la flore fossile d'Aix-en-Provence (*C. R. Ac. sc.*, t. CIII, p. 27-30 ; p. 191-195 ; 5 et 19 juillet 1886).

1886. — Nouveaux documents relatifs à des fossiles végétaux et à des traces d'Invertébrés associés dans les anciens terrains (*B. S. G. Fr.*, 3ᵉ Sér., t. XIV, p. 407-430, pl. XVIII-XXII).

1886. — Notice sur les travaux scientifiques de M. A. F. Marion. Aix, in-8ᵉ, 46 p., 1886 (*Mém. Acad. d'Aix*, t. XIII, 2ᵉ part., p. 241-284; 1887).

1887. — Les derniers temps de la famille de Mᵐᵉ de Sévigné en Provence (*Rev. des Deux-Mondes*, 3ᵉ pér., t. LXXIX, p. 329-366, 15 janvier 1887).

1887. — Les âges préhistoriques de l'Espagne et du Portugal (*Rev. des Deux-Mondes*, 3ᵉ pér., t. LXXX, p. 182-189, 1ᵉʳ mars 1887).

1887. — [*Isoetes* fossile observé dans les couches éocènes du gypse d'Aix] (*Ass. franç. avanc. d. sc.*, 15ᵉ Sess., Congr. de Nancy, 1ʳᵉ partie, p. 146).

1887. — [Existence, à l'époque tertiaire, d'un proche allié du *Pinus pinea*] (*Ass. franç. avanc. d. sc.*, 15ᵉ Sess., Congr. de Nancy, 1ʳᵉ partie, p. 148-149).

1887. — Sur quelques types de Fougères tertiaires nouvellement observées (*C. R. Ac. Sc.*, t. CIV, p. 954-957, 4 avril 1887).

1887. — Sur le rhizome fossilisé du *Nymphea Dumasii* Sap. (*C. R. Ac. sc.*, t. CIV, p. 1480-1483, 31 mai 1887).

1887. — Nouveaux documents relatifs aux organismes problématiques des anciennes mers. (*B. S. G. Fr.*, 3ᵉ Série, t. XV, p. 286-302, pl. III-VII).

1887. — Stances à la ville d'Aix sur Vauvenargues (*Mém. Acad. d'Aix*, t. XIII, 2ᵉ part., p. 400-402.)

1888. — Les associations forestières. Leurs renouvellements successifs et leur filiation présumée (*Revue des Deux-Mondes*, 3ᵉ pér., t. LXXXVI, p. 174-191, 1ᵉʳ mars 1888).

1888. — Origine paléontologique des arbres cultivés ou utilisés par l'homme. Paris, in-16, xvi-360 p., 44 fig.

1888. — Sur les Dicotylées prototypiques du système infracrétacé du Portugal (*C. R. Ac. Sc.*, t. CVI, p. 1500-1504, 28 mai 1888).

1888. — Récentes découvertes de végétaux fossiles dans le gisement aquitanien de Manosque (Réunion des délégués des sociétés savantes). (*Revue scientifique*, 3ᵉ sér., t. XV, p. 786, 23 juin 1888.)

1888. — La famille de Madame de Sévigné en Provence, d'après des documents inédits. Paris, in-8°, III-404 p., 2 portraits.

1888. — Les inflorescences des Palmiers fossiles. Paris, in-8°, 15 p., 2 pl. (*Revue gén. de Botanique*, t. I, p. 229-243, 1 fig., pl. II-III).

1888-1889. — Dernières adjonctions à la flore fossile d'Aix-en-Provence, précédées de Notions stratigraphiques et paléontologiques appliquées à l'étude du gisement des plantes fossiles d'Aix-en-Provence. Paris, in-8°, LX-140-192 p.; 3-10-20 pl.; 1889 (*Ann. sc. géolog.*, t. XX, art. n° 2, 60 p., 3 pl.; 1888 [Notions stratigraphiques et paléontologiques]. (*Ann. sc. nat.*, 7ᵉ Sér., *Bot.*, t. VII, p. 1-104, pl. 1-10; 1888; — *Ibid.*, t. X, p. 1-192, pl. 1-20; 1889 [Dernières adjonctions]).

1889. — Sur la cause ou l'une des causes possibles de la faible natalité en France (*Bull. Soc. anthropol. Paris*, 3ᵉ Sér., t. XII, p. 217-219).

1889. — Les théories cosmogoniques et la période glaciaire (*Rev. des Deux-Mondes*, 3ᵉ pér., t. XCV, p. 618-637, 1ᵉʳ octobre 1889).

1889.— L'émigration, d'après le journal inédit d'un émigré. Paris, in-8°, 60 p. (*Revue des questions historiques*, t. XLVI, p. 516-571, octobre 1889).

1889. — Sur quelques hybrides observés dernièrement en Provence (*C. R. Ac. sc.*, t. CIX, p. 656-660, 28 octobre 1889).

1889-1890. — Revue des travaux de paléontologie végétale parus en 1888 ou dans le cours des années précédentes. Paris, in-8°, 52 p., 5 fig., 5 pl.; 1890 (*Revue gén. de Botanique*, t. I, p. 540 548; p. 582-596; pl. 25; 1889; — t. II, p. 176-192; p. 225 238; pl. 11-14; 1890).

1890. — Sur les retards de la frondaison en Provence au printemps de 1890 (*C. R. Ac. sc.*, t. CX, p. 987-989, 12 mai 1890).

1890. — Le *Nelumbium provinciale* des lignites de Fuveau en Provence. Paris, in-4°, 10 p., 2 pl. (*Mém. Soc. Géol. Fr., Paléont*, t. I, fasc. 3, mém. n° 5).

1890. — Sur de nouvelles flores fossiles observées en Portugal, et marquant le passage entre les systèmes jurassique et infra-crétacé (*C. R. Ac sc.*, t. CXI, p. 812-815, 1ᵉʳ décembre 1890).

1891. — Note sur la flore du Culm des environs de Barcelone (*B. S. G. Fr.*, 3ᵉ Sér., t. XIX, *C. R. Somm.*, p. LIX-LXI, 16 mars 1891).

1891. — [Faits d'hybridation observés en Provence] (*Ass. franç. avanc. d. sc.*, 20ᵉ Sess., Congr. de Marseille, 1ʳᵉ part., p. 220).

1881. — Sur les plus anciennes Dicotylées européennes (*Ass. franç. avanc. d. sc.*, 20ᵉ Sess., Congr. de Marseille, 1ʳᵉ part., p. 222-223).

1891. — Sur les plus anciennes Dicotylées européennes observées dans le gisement de Cercal en Portugal (*C. R. Ac. sc.*, t. CXIII, p. 249-253, 3 août 1891).

1891-1892. — Recherches sur la végétation du niveau aquitanien de Manosque : I. Nymphéacées ; II. Palmiers. Paris, in-4°, 34 p., 7 pl.; 1891. — III. Amentacées, Salicinées et Urticinées. Paris, in-4°, p. 35-83, pl. VIII-XX ; 1892 (*Mém. Soc. géol. Fr.*, *Paléont.*, t. II, fasc. 1, 2. Mém. n° 9 ; 1891 ; — t. III, fasc. 1, 2; Mém. n° 9; 1892).

1892. — Compte rendu des travaux scientifiques et artistiques de l'Académie pendant les années 1886-1892 (*Séances publ. de l'Acad. d'Aix*, 72^{e} séance, 8 juillet 1892, p. 13-34).

1893. — Réponse de M. le M^{is} de Saporta, directeur, au discours de réception de M. Alf. Jourdan (*Mém. Acad. des sc., belles-lettres et arts de Marseille*, années 1888-1892, p. 73-83 ; séance du 11 mars 1888).

1893. — Chapitres II et VII, et Chapitre VIII *en collaboration avec* M. C. de Ribbe, de l'ouvrage : « Les Alpes françaises, la flore et la faune, le rôle de l'homme dans les Alpes, la transhumance, par A. Falsan, avec la collaboration de MM. G. de Saporta, D^{r} A. Magnin, Cl. Rey, C. Chantre et A. Locard.» Paris, in-16 (Chapitre II ; p. 39-72 : Paléophytologie ou flore ancienne.— Chapitre VII ; p. 296-326 : L'homme dans les Alpes. — Chapitre VIII ; p. 326-350 ; La transhumance et le déboisement dans les Alpes. Reconstitution du sol forestier).

1893. — Revue des travaux de paléontologie végétale parus en France dans le cours des années 1889-1892. Paris, in-8°, 54 p., 4 pl. (*Revue gén. de Botanique*, t. V, p. 119-125 ; p. 172-180 ; p. 230-234 ; p. 265-275; p. 317-327; p. 355-368; pl. 3-6).

1893. — Sur une couche à Nymphéinées, récemment explorée et comprise dans l'Aquitanien de Manosque (*C. R. Ac. sc.*, t. CVII, p. 607-610, 6 novembre 1893).

1893. — Discours d'ouverture de la session extraordinaire de la Société Botanique de France à Montpellier, mai 1893 (*B. S. Bot. Fr.*, t. XL, Sess. extr., p. VII-VIII).

1893. — Sur les rapports de l'ancienne flore avec celle de la région provençale actuelle. Paris, in-8°, 27 p., 3 pl.; 1894 (*B. S. Bot. Fr.*, t. XL; Sess. extr., p. X-XXXVI, pl. I-III; 1893).

1894. — Réponse au discours de réception de M. le Vicomte de Selle (Discours de réception à l'Académie d'Aix prononcé le 13 février 1894, par M. le V^{te} de Selle. Aix, in-8°, p. 21-31).

1894. — Réponse au discours de réception de M. le Chanoine Z. Mille (Discours de réception à l'Académie d'Aix, prononcé le 13 mars 1894 par M. le Chanoine Z. Mille. Aix, in-8°, p. 25-36).

1894. — Réponse au discours de réception de M. Ch. Joret (J. de Séranon, éloge prononcé à la séance du 10 avril 1894 de l'Académie d'Aix par M. Ch. Joret. Aix, in-8°, p. 33-44).

1894. — Les portraits historiques. Discours d'ouverture prononcé à la séance publique du 9 juin 1894 de l'Académie des sciences, agriculture, arts et belles-lettres d'Aix. Aix, in-8°, 29 p. (*Séances publ. de l'Acad. d'Aix*, 74^{e} séance, 9 juin 1894, p. 5-29).

1894. — Etude monographique sur les *Rhizocaulon*. Paris, in-4°, 47 p., 8 pl. (*Revue gén. de Botanique*, t. VI, p. 241-259; p. 301-309; p. 324-344; pl. 5-12).

1894. — Flore fossile du Portugal. Nouvelles contributions à la flore mésozoïque (accompagnées d'une notice stratigraphique par P. Choffat). Lisbonne, in-4°, 288 p., 40 pl. (*Mém. publ. p. la Direct. des Trav. géol. du Portugal*).

1894. — Nouveaux détails concernant les Nymphéinées. Nymphéinées infracrétacées (*C. R. Ac. sc.*, t. CXIX, p. 835-837, 12 novembre 1894). p. 888-892, 26 novembre 1894).

1894. — Sur des semis naturels et spontanés d'espèces frutescentes introduites dans les cultures d'agrément en Provence (*B. S. Bot. Fr.*, t. XL, Sess. extr., p. CCII-CCVII).

1894. — Allocution de clôture de la session extraordinaire de la Société Botanique de France à Montpellier, mai 1893 (*B. S. Bot. Fr.*, t. XL, Sess. extr., p. CCVII).

1894. — Nouveaux détails concernant les Nymphéinées. Nymphéinées tertiaires (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXIX, p. 888-892).

1895. — Réponse au discours de réception de M. le Dr Chabrier (Discours de réception à l'Académie d'Aix prononcé le 22 janvier 1895 par A. Chabrier. Aix, in-8°, p. 35-47).

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893 *(Suite).*

Dans les graînes de Tilleul, il y a, d'après les analyses de M. MUELLER (1), une forte proportion de corps gras, environ 50 pour 100 du poids sec de la graine.

Ce corps gras, par sa saveur et son aspect, ressemble beaucoup à l'huile d'olive; il n'est ni amer, ni aromatique.

C'est une huile non siccative, qui ne rancit pas et qui ne se résinifie pas à l'air.

Traitée par l'acide sulfurique, elle se colore en rouge foncé; quelques gouttes d'acide azotique produisent une émulsion gris-verdâtre, d'où l'acide s'échappe sans perdre de coloration, tandis que l'huile brunit.

La saponification donne un savon jaunâtre, cristallisant, par l'alcool, en longues aiguilles.

Cette huile, enfin, a la propriété de ne se figer qu'à partir d'une température de — 21°5.

Sous le nom général de *tannins* on désigne, en chimie végétale, tout un groupe de corps de la série aromatique qui n'ont, en somme, entre eux, comme caractères communs, que des propriétés tout à fait accessoires. M. REINITZER (2), en passant en revue ces différents corps, réunis sous un même nom, démontre combien un tel rapprochement est artificiel et peu justifié.

La réaction des tannins avec les alcalis n'est pas caractéristique ; l'acide proto-catéchique que donnent certains tannins en présence de la potasse bouillante est aussi obtenue avec d'autres corps.

Tous les tannins ne précipitent pas, non plus, les solutions de gélatine ; et leur réaction en présence des sels de fer, se reproduit avec d'autres corps, tels que le bichromate de potasse.

D'une manière générale, on peut dire qu'il y a très peu de caractères communs à tous les tannins et qu'en outre ces caractères sont en même temps ceux d'autres corps.

---

(1) Carl Mueller : *Ueber ein fettes Oel aus Lindensamen* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, 1890).

(2) Reinitzer : *Der Gerbstoffbegriff* (Lotos, 1891) — *Ueber der Gerbstoffbegriff* (Botanisch Centralblatt — 1892).

Le terme de *tannin*, conclut M. Reinitzer, n'est donc nullement scientifique. Il s'applique à des substances quelquefois plus différentes entre elles qu'elles ne le sont d'autres substances désignées sous des noms spéciaux. Il y aurait lieu de le restreindre aux composés qu'on utilise pour le tannage et de créer alors un nom nouveau pour les autres. Actuellement, pense l'auteur, tous ces composés ne sont pas suffisamment connus, ni leurs propriétés assez bien établies pour que l'étude de leur répartition dans les plantes et de leur rôle puisse être abordée avec chances de succès.

Dans deux mémoires, dont nous avons autrefois rendu compte, M. Guignard (1) a déjà fait connaître la localisation des principes spéciaux qui fournissent, d'une part, l'acide cyanhydrique chez les amandes amères et le Laurier-cerise, d'autre part, les essences chez les Crucifères. On n'ignorait pas que ces produits ne préexistent pas dans la plante et prennent naissance par l'action d'un ferment sur un glucoside en présence de l'eau ; mais la localisation de ce ferment et de ce glucoside restait à trouver. M. Guignard a montré qu'ils sont contenus dans des cellules différentes.

L'étude des Crucifères, en particulier, devait naturellement conduire à des observations micro-chimiques de même ordre chez d'autres plantes connues pour fournir des essences plus ou moins analogues à celles de cette famille.

M. Guignard a donc examiné encore, au même point de vue : les Capparidées, qui représentent en quelque sorte les Crucifères des pays chauds, les Tropéolées et les Limnanthées, qui s'en rapprochent par leurs propriétés organoleptiques, ainsi que les Résédacées. Ces quatre familles ont, avec les Crucifères, non seulement des affinités botaniques mais aussi des analogies chimiques très-étroites.

Comme les Crucifères, elles contiennent un ferment et un glucoside situés dans des cellules différentes.

Chez les Capparidées, Tropéolées, et Résédacées, la racine renferme de nombreuses cellules à myrosine dans son parenchyme cortical ou libérien secondaire ; chez les Limnanthées, où les formations secondaires font défaut, ces cellules sont dans le parenchyme cortical primaire.

Chez les Crucifères, c'est également dans le parenchyme libérien secondaire qu'on les rencontre presque exclusivement ; il n'y a guère que les racines charnues, comme celle du Raifort et du Radis qui en possèdent dans le parenchyme ligneux.

---

(1) L. Guignard : *Recherches sur la localisation des principes actifs chez les Capparidées, Tropéolées, Limnanthées, Résédacées* (Journal de Botanique, oct.-déc. 1893. Comptes-rendus de l'Académie des sciences, 2ᵉ semestre 1893). *Recherches sur certains principes actifs, encore inconnus, chez les Papayacées* (Journal de Botanique, fév. et mars 1894).

La tige, dans les quatre premières familles, peut avoir des cellules à myrosine, soit à la fois dans l'écorce primaire, le liber primaire ou secondaire et la moelle (*Capparis*) ; soit dans l'écorce primaire et le liber primaire ou secondaire (*Cleome*, *Gynandropsis*, *Limnanthes*, *Tropœolum*, *Reseda*). C'est dans l'écorce primaire que leur situation varie le plus. Disséminées dans l'épaisseur du parenchyme cortical chez les Capparidées, elles sont pour la plupart, voisines de l'épiderme chez le *Limnanthes* et le *Tropœolum*, stomatiques chez les *Reseda*.

La tige des Crucifères ressemble surtout à celle des Capriers par la présence des cellules spéciales dans l'écorce primaire, le péricycle, le liber et la moelle. Seules, les quelques espèces (Raifort, etc.), qui en ont dans le bois de la racine en ont également dans le bois de la tige.

La feuille a des cellules à ferment, très bien caractérisées, dans le parenchyme lacuneux et le parenchyme palissadique chez les Capriers ; dans les cellules stomatiques, chez les *Reseda*. Parfois, la localisation n'est pas suffisamment indiquée par les réactifs dans le parenchyme de la feuille, comme chez les *Tropœlum* et *Limnanthes*.

Situées également dans le parenchyme foliaire, lacuneux ou palissadique, chez les Crucifères, ces cellules peuvent n'exister parfois que dans le péricycle et le liber des faisceaux ou même seulement dans le péricycle. En outre, tandis que, chez les Capriers, elles sont souvent groupées par deux ou trois, elles restent ordinairement isolées dans les Crucifères.

Il va sans dire que, s'il existe des cellules spéciales dans le liber des faisceaux de la tige, on peut en retrouver dans les faisceaux foliaires du pétiole et des grosses nervures du limbe (*Capparis*, *Limnanthes*, etc.)

La fleur est surtout remarquable, chez les Capriers, par l'abondance des cellules à ferment dans toutes ses parties, sépales, pétales, étamines, pistil, où elles sont répandues dans le parenchyme homogène. La pulpe du fruit en offre encore davantage. Chez le *Tropœolum*, c'est l'assise sous-épidermique, bien caractérisée surtout dans l'éperon floral, qui renferme le ferment.

Dans la fleur des Crucifères, elles sont principalement réparties dans le parenchyme ovarien, parfois localisées au voisinage des faisceaux conducteurs.

La graine mûre, à part celle du *Tropœolum*, n'offre pas de localisation apparente ; mais, avant la maturité, lorsque les cloisonnements cellulaires viennent de s'achever et que commence le dépôt des réserves, il est possible de reconnaître des cellules à myrosine surtout chez les Capriers et les *Limnanthes*. Dans le *Tropœolum*, les cellules à myrosine, tout-à-fait distinctes à la maturité, sont disséminées dans les tissus embryonnaires.

La graine des Tropœolées ressemble donc entièrement à la majorité des graines de Crucifères, chez lesquelles M. Guignard a montré, par l'étude de nombreuses espèces, que les cellules à ferments peuvent exister, tantôt dans le parenchyme cotylédonaire et dans l'écorce de l'axe embryonnaire, tantôt seulement au contact et au dos des faisceaux cotylédonaires, tantôt à la fois dans le parenchyme cotylédonaire et au dos des faisceaux, ainsi que dans l'écorce de l'axe embryonnaire. Chez les Crucifères, il s'est trouvé aussi quelques espèces où il n'y a pas de localisation apparente.

Lorsque la graine est pourvue d'albumen, ce qui n'a lieu que chez les Capparidées, le ferment n'existe pas dans ce tissu et ne se trouve que dans l'embryon.

Les variations dans le nombre et la répartition des cellules à ferment n'ont qu'une importance secondaire ; ce qui est le plus intéressant, c'est l'existence, dans toutes ces familles, d'un ferment identique, la myrosine.

Quelle que soit, en effet, la plante considérée, le ferment a le pouvoir de dédoubler, dans les mêmes conditions, le myronate de potasse. On n'a jusqu'ici trouvé que la myrosine qui soit douée de cette propriété. Et il faut remarquer qu'on ne lui connaît pas d'action sur d'autres glucosides de constitution différente, tels que l'amygdaline, les salicines, la coniférine, etc., d'où l'on est autorisé à penser que les glucosides, encore inconnus des Capparidées, Limnanthées et Tropéolées, que la myrosine décompose, possèdent vraisemblablement un groupement moléculaire analogue à celui du myronate de potasse.

Chez les Crucifères, la nature de l'essence produite par l'action de la myrosine peut varier d'une espèce à l'autre; et une même espèce est, de plus, susceptible de donner simultanément deux essences différentes. Ainsi le *Sisymbrium Alliaria*, le *Thlaspi arvense* fournissent un mélange de sulfocyanate et de sulfure d'allyle ; le *Nasturtium officinale* et le *Lepidium sativum* donnent une petite quantité d'un produit sulfuré, très probablement un sulfocyanate, et une forte proportion de nitrile. Les Capparidées, Limnanthées et Tropéolées ressemblent à cet égard à ces deux dernières plantes ; des Résédacées, par contre, on ne paraît pas avoir retiré autre chose que de l'essence de moutarde. En tout cas, chez les uns comme chez les autres, la quantité de ferments contenue dans les organes est de beaucoup supérieure à celle qui est nécessaire pour la décomposition totale du glucoside qui l'accompagne; et toutes les expériences de M. Guignard établissent enfin que, dans aucune des familles examinées, il n'existe d'essence toute formée. La réaction qui engendre cette dernière est partout de même ordre et n'a pas lieu dans les tissus intacts.

Depuis la publication du mémoire que nous venons de résumer, M. Guignard a eu l'occasion d'observer encore la myrosine dans une famille qui n'a avec les précédentes aucune affinité botanique, chez les Papayacées.

Par l'odeur et par la saveur, la racine du *Carica Papaya* ressemble beaucoup à celle des Résédas et de plusieurs Crucifères. C'est ce fait qui a attiré l'attention de l'auteur. Et, en effet, on trouve chez les Papayacées un ferment qui agit sur le myronate de potasse et sur les glucosides analogues. Ce ferment coexiste dans ces plantes avec un autre ferment soluble, la papaïne, dont il se distingue très nettement par son action.

Comparées avec les cinq familles dont il a été question plus haut, les Papayacées offrent cette différence, à noter, que la myrosine, au lieu d'être bien localisée dans des cellules isolées ou réunies en petit nombre, est répartie dans des groupes cellulaires mal délimités.

Des recherches analogues aux précédentes ont été faites par M. Brœmer (1) sur les Cucurbitacées.

Parmi les glucosides connus dans cette famille, la bryonine, la colocynthine et l'élatérine sont ceux dont les propriétés chimiques et thérapeutiques sont le mieux établies.

M. Brœmer a étudié leur localisation dans les tissus des plantes qui les renferment : *Bryonia dioica*, *Citrullus Colocynthis*, *Ecbalium Elaterium*. Ils sont décelés par la coloration rouge qu'ils prennent avec l'acide sulfurique, soit pur, soit combiné au phénol, au molybdate ou au vanadate d'ammoniaque, et avec l'azotate d'argent.

Cette réaction indique leur présence dans des éléments spéciaux, formés de tubes ou d'articles disposés en files rectilignes ou sinueuses, souvent ramifiées, qui se distinguent aisément des éléments voisins.

Ces tubes paraissent correspondre par leur position, aux formations que M. Fischer considère comme des tubes criblés qui ont perdu leur fonction spéciale, et dont la structure typique s'est modifiée. Ils occupent la périphérie du liber, mais on les trouve aussi dans le parenchyme cortical, dans le péricycle, dans le parenchyme fondamental.

Par leurs dimensions plus petites, par l'abondance et la nature propre de leur contenu, ils s'éloignent des tubes criblés normaux pour se rapprocher des laticifères articulés, qu'on trouve dans une famille voisine, celle des Campanulacées.

Chez les Cryptogames. on sait quel est le nombre considérable de matières colorantes qu'on peut rencontrer, et dont beaucoup sont encore très imparfaitement connues.

M. Zopf (2) vient d'en étudier avec soin quelques-unes.

L'*hématochrome* est un colorant rouge qui a été découvert par

---

(1) Brœmer : *Sur la localisation des principes actifs dans les Cucurbitacés* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 1893).

(2) Zopf : *Zur Kenntniss der Färbungsursachen niederer Organismen* (Beitrag zur Morphologie und Physiologie niederer Organismen, aus dem Kryptoganischen Laboratorium der Universität alle. Leipzig, 1892).

M. Cohn dans le *Protococcus pluvialis* et qui a été encore retrouvé par le même auteur dans d'autres Protocaccées, dans les Volvocinées, les Palmellacées, dans le *Chroolepus*, ainsi que dans les spores de certains chlorosporées, et dans l'*Euglena sanguinea*.

M. Zopf l'a retiré du *Trentepohlia Iolithus ;* et des diverses réactions qu'il a essayées, il conclut que l'hématochrome est très voisin des carotines. L'hématochrome du *Trentepohlia Iolithus* a la couleur et l'odeur de ces carotines; et, comme elles, il est sensible à la lumière, est mélangé à une matière grasse, et bleuit par l'acide sulfurique.

Il se dissout dans l'alcool absolu, qui se colore en jaune; par évaporation, on obtient des cristaux rougeâtres, insolubles dans l'eau, solubles dans l'éther, le chloroforme, les huiles grasses et le sulfure de carbone.

Les solutions ne présentent aucune fluorescence, mais leur spectre est très caractéristique, avec deux bandes sombres dans le bleu.

Traitée par l'acide sulfurique concentré, la masse cristalline rouge prend une coloration bleu indigo; par l'acide nitrique, une coloration d'un bleu foncé trouble.

Sous une action prolongée de la lumière, les cristaux se décolorent.

On sait qu'il existe deux catégories de carotines : les carotines qui appartiennent, d'après leurs propriétés spectrales, à la série rouge, et celles qui appartiennent à la série jaune.

L'hématochrome se rapproche des carotines de cette seconde catégorie, qui n'ont que deux bandes d'absorption dans le bleu, comme c'est le cas pour la carotine des fleurs jaunes et de la carotte.

L'hématochrome des *Trentepohlia umbrina* et *aurea* a les mêmes propriétés que le colorant précédent.

Dans ces différentes plantes, les pigments sont, pour M. Zoff, probablement des substances de réserve.

M. Zopf a encore recherché les causes de la coloration d'un certain nombre d'autres Lichens jaunes.

Nous ne pouvons énumérer toutes les propriétés physiques ou chimiques signalées par l'auteur pour ces divers pigments.

Signalons seulement rapidement que, dans le *Cetraria pinastri*, M. Zopf a isolé une matière colorante jaune-orange, qui cristallise et qui a les caractères d'un acide résinique différent des acides jaunes connus jusqu'à ce jour chez les Lichens. Cet acide est nommé par M. Zopf : *acide pinastrique*.

Dans la même plante, on trouve également de l'acide usnique et une résine jaune-verdâtre.

L'acide pinastrique et l'acide usnique sont dans la couche médullaire, la résine dans la couche médullaire et dans l'écorce.

Dans le Lichen jaune, qu'on appelle le *Sticta aurata*, il n'y a pas d'acide pinastrique; la matière colorante est la Stictaurine, qui n'a aucun caractère d'acide.

Chez le *Physcia endococcina*, le pigment rouge que contient la couche médullaire n'est pas, d'après M. Zopf, de l'acide chrysophanique, comme l'a cru M. Fries. La coloration est due à deux substances acides qui ont, il est vrai, quelques-unes des réactions de l'acide chrysophanique, mais qui, par d'autres caractères, en diffèrent : l'une, soluble dans le carbonate d'ammoniaque, est la *rhodophyscine*; l'autre, insoluble, est l'*endococcine*.

Du *Callopisma vitellinum*, M. Zopf a extrait : 1° un acide jaune-citron, l'*acide callopismique ;* 2° un corps analogue à celui que M. Hesse a isolé de certains *Calycium* et nommé calycine.

Cette calycine, qui est un anhydre jaune-orange, existe aussi, et est même abondante dans l'*Acolium tigillare*.

Enfin, dans le *Placodium fulgens*, M. Zopf a isolé, outre l'acide chrysophanique, un *acide placodique*, qui est un acide gras, jaune, paraissant rougir à l'air.

Le même acide accompagne l'acide chrysophanique dans le *Calycium chlorinum*.

Dans un second mémoire qui, sous le même titre, fait suite à celui que nous venons de résumer, M. Zopf étudie les matières colorantes de quelques Champignons.

Chez les Champignons inférieurs (Phycomycètes), aussi bien que chez les formes supérieures (Mycomycètes), il existe fréquemment des pigments appartenant aux groupes des carotines; les Mucorinées ainsi que les Chytridinées en renferment.

Parmi les Mucorinées, en effet, diverses espèces de *Pilobolus* (*P. Kleinii*, *œdipus*, *crystallinus*), dont les sporanges en voie de formation sont jaunes ou rouge-orangé, produisent de ces carotines.

Quant aux Chytridinées, l'espèce chez laquelle M. Zopf a observé ces pigments est le *Pleotrachelus fulgens* qui, vivant en parasite (1) dans les sporanges des *Pilobolus*, absorbe, en même temps que le protoplasme, la matière colorante de son hôte.

Ce pigment des *Pilobolus* appartient aux carotines ayant deux bandes d'absorption.

C'est une substance de réserve qui s'accumule dans les endospores ainsi que dans les jeunes sporanges et dans les zygospores. Il est lié à l'huile, avec laquelle il disparaît pendant la germination.

Le lieu de la formation est le mycélium, d'où le colorant émigre ensuite vers les parties reproductrices.

En ce qui concerne ces organes reproducteurs, signalons, en passant, que les zygospores étaient jusqu'alors inconnues chez le *Pilobolus Kleinii*. M. Zopf les a observées dans les cultures où les sporanges, attaquées par le *Pleotrachelus*, n'ont pu se développer. Déjà, dans les mêmes conditions, M. Zopf avait vu précédemment se former les zygospores du *Pilobolus crystallinus*, qui, normalement, sont tous aussi rares.

---

(1) Le *Pleotrachelus fulgens* peut à son tour être attaqué et tué par un parasite encore plus petit, l'*Endobiella destruens*.

Parmi les Ascomycètes, M. Zopf a étudié les périthèces du *Bulgaria inquinans*. De ces périthées, l'auteur a extrait et isolé six substances :

1° Une matière amorphe, jaune, soluble dans l'eau, qui a été obtenue en trop petite quantité pour pouvoir être encore caractérisée ;

2° Un pigment amorphe, rouge, soluble dans l'eau, la *bulgaréry-thrine*;

3° Une substance cristallisante, rouge, insoluble dans l'eau, la *bulgariine* ;

4° Une substance amorphe, bleue, insoluble dans l'eau, la *bulgarocéruleine* ;

5° Un acide résinique, dont la coloration varie du rouge-jaune au rouge-brun, l'*acide bulgarique ;*

6° Une huile jaune.

M. Zopf énumère les principaux caractères de ces diverses substances, particulièrement de la bulganine qui, par ses propriétés, semble bien être distincte de tous les pigments rouges connus jusqu'alors chez les Cryptogames, telles que les Théléphorées, les Russules, les Nectria, les Pezizes, les Urédinées, etc.

Chez les Myxomycètes, M. Zopf a analysé deux *Arcyria*, l'*Arcyria punicea* et l'*Arcyria nutans*.

Pour l'*Arcyria nutans*, les résultats sont encore incomplets, mais avec l'*Arcyria punicea*, quatre pigments ont été obtenus :

1° Un acide résinique qui, dissous dans la benzine, est jaune, mais qui, à l'état solide, est rouge brique, l'*acide arcyrique ;*

2° Un autre acide résinique insoluble dans la benzine, jaune lorsqu'il est dissous, brun à l'état solide ;

3° Un acide gras, jaune;

4° Un acide jaune en solution alcoolique, rouge brun à l'état solide. Pour la coloration de l'*Arcyria nutans*, elle est due au moins à deux substances, dont l'une a les caractères des acides résiniques.

Enfin, dans une Algue de la famille des Cladotrichées, M. Zoff a trouvé une matière colorante qui imprègne le protoplasme et qui a les propriétés de la carotine. Comme la carotine n'a jamais été observée chez les Cladotrichées, l'auteur considère la plante qui la renferme comme une nouvelle espèce, qu'il dénomme *Spherotilus roseus* (1).

Dans une série de recherches analogues à celles de M. Zopf, M. Nadson (2) a déterminé également les diverses propriétés des pigments d'un certain nombre de Champignons.

---

(1) Dans son mémoire, M. Zoff signale encore la présence de la carotine dans les ailes de certains insectes (Chrysomilides et Coccinelles).

(2) Nadson : *Les pigments des champignons* (Travaux de la Soc. des Naturalistes de Saint-Pétersbourg, 1891.

Les pigments isolés et étudiés par M. Nadson sont : le pigment rouge de l'épiderme des *Russula integra* et *vesca ;* le pigment jaune de l'épiderme du chapeau de *Russula integra ;* le pigment rouge de l'épiderme d'*Amanita muscaria ;* le pigment rouge orangé de *Paxillus involutus ;* le pigment jaune de la membrane de *Fuligo varians ;* le pigment jaune du *Pholiota flammans* et du *Cantharellus cibarius ;* le pigment jaune de l'hyménium et le pigment jaune brun du chapeau de *Boletus æreus ;* le pigment jaune de la face supérieure du chapeau du *Boletus scaber*, var. *aurantiacus ;* le pigment rouge brun de *Polyporus ignarius ;* le pigment jaune des sporanges de *Lycogala epidendron ;* le pigment brun orangé du *Limacinus pratensis ;* le pigment rouge orange du *Lactarius deliciosus*.

Aucune de ces matières colorantes, d'après Nadson, n'appartient au groupe des lipochromes ; ce sont des hydrochromes ou des excrétats. Aux hydrochromes, par exemple, appartiennent les pigments de Russules et d'*Amanita muscaria*. Les colorants de cette catégorie sont très sensibles à l'action des réactifs, en particulier des oxydants et des réducteurs ; ils sont facilement détruits par la lumière en présence de l'oxygène de l'air.

Très solubles dans l'eau, ils sont insolubles dans l'alcool à 95°. Ils sont tous fluorescents. Peut-être jouent-ils un rôle dans les phénomènes respiratoires, en servant d'intermédiaires entre le contenu cellulaire et l'oxygène.

Mais, parmi les matières colorantes étudiées par M. Nadson, les hydrochromes sont les moins nombreux ; presque tous les pigments cités plus haut sont bien plutôt certainement des excrétats. Ce sont des corps très stables, inaltérables à la lumière. On les trouve, soit à l'intérieur des cellules, soit très fréquemment dans les membranes des hyphes.

Sont également des excrétats les huiles essentielles. D'après M. Mesnard (1) ces huiles essentielles proviennent d'une altération de la chlorophylle qui se transforme en composés tannoïdes d'abord, puis en essences.

M. Mesnard a recherché la localisation de ces essences dans différentes plantes. L'auteur a surtout employé, comme réactif, les vapeurs d'acide chlorhydrique qui font apparaître les huiles essentielles sous l'aspect de globules sphériques, colorés en jaune d'or.

On constate ainsi que, dans les Roses et dans les Violettes, l'essence se trouve surtout dans les cellules de l'épiderme supérieur des pétales, il y en a peu sur la face inférieure. Il en est de même dans le Narcisse, dans le Lilas et dans la plupart des Orchidées.

---

(1) Mesnard : *Recherches sur le mode de production du parfum dans les fleurs* (Comptes rendus de l'Ac. des Sciences, nov. 1892) — *Appareil nouveau pour la mesure de l'intensité des parfums* (id., juin 1893).— *Sur le parfum des Orchidées* (id., mars 1893). — *Recherches sur la formation des huiles essentielles dans les végétaux* (Annales des Sciences naturelles, 1894).

Et cette localisation du parfum dans l'épiderme interne des pétales doit être considéré comme le fait le plus général, car c'est par exception que l'essence se trouve au contraire, surtout vers la face inférieure des différentes parties du périanthe (Tubéreuse, Muguet et Jacinthe).

Pour l'Oranger, les réactions décèlent la présence de plusieurs sortes d'essences; la fleur en contient quatre au moins : une dans les poches secrétrices, une autre fortement tannoïde,dans les cellules épidermiques de la face externe des pétales, une troisième dans l'épiderme de la face interne des pétales, et une quatrième fortement tannoïde, localisée dans les filets des étamines. De ces quatre sortes d'essences, c'est particulièrement celle de la face supérieure des pétales qui correspond au néroli le plus fin; l'essence des poches sécrétrices, analogue au petit grain, est de qualité inférieure. Quant aux fruits de l'Oranger, jeunes, ils donnent le néroli petit grain localisé dans les poches ; mûrs, ils donnent dans les mêmes poches sécrétrices de leur écorce l'essence de Portugal.

Chez les Ombellifères, les essences, d'après les recherches de M. Mesnard, ne se produisent pas, comme on le croyait jusqu'alors, dans les canaux sécréteurs; ces appareils serviraient simplement à recueillir l'essence, qui proviendrait, en réalité, des cellules chlorophylliennes situées dans l'épaisseur de l'écorce et de l'épiderme.

Chez les Ombellifères, ces essences, on le voit, se trouvent soit dans les racines, comme dans l'Angélique ; soit dans la tige et les feuilles, comme dans l'Opopanax; soit le plus souvent dans les fruits.

Dans les Labiées, la fleur, inversement, ne renferme que très peu d'essence, et le parfum est presque exclusivement dans la partie végétative, principalement dans les feuilles. Et il occupe des glandes sécrétrices dont la forme — celle d'une sorte de sphère plus ou moins aplatie — est commune à toutes les Labiées.

M. Mesnard a reconnu que toutes les huiles extraites de ces poches, dans les différents genres, ont entre elles un certain nombre de points de ressemblance ; elles possèdent, lorsqu'elles sont fraîches, une odeur vive et fréquente, avec une saveur chaude et camphrée ; elles sont généralement très fluides et incolores, ou quelquefois colorées en jaune d'or (Serpolet); au bout d'un certain temps, elles prennent une couleur plus foncée et s'épaississent (Romarin); la plupart ont une réaction acide et rougissent la teinture de tournesol.

Elles sont toutes surtout accumulées dans l'épiderme supérieur des feuilles et dans l'épiderme des tiges.

En définitive donc, le fait le plus général qui se dégage de toute cette étude des localisations des parfums, c'est que le lieu de formation des huiles essentielles, est, par excellence, et dans tous les organes, l'épiderme; et plus particulièrement l'épiderme supérieur dans les feuilles et dans les pièces du périanthe.

Et c'est là un des faits qui amènent M. Mesnard à conclure que, comme nous le signalions plus haut, les essences sont des produits de la transformation de la chlorophylle.

« Le protoplasme chlorophyllien, dit l'auteur, semble, dans tous les » cas, donner naissance à l'huile essentielle.... cette production de » l'essence pourrait se produire de différentes manières, suivant les » circonstances.

» Dans les fleurs, la chlorophylle, qui se trouve primitivement dans » le bouton, ne devant plus jouer aucun rôle, se transforme en huile » essentielle. La production de l'essence se fait alors, de préférence, » dans les parties du bouton les mieux abritées contre l'air et la » lumière, c'est-à-dire dans l'épiderme de la face interne ou des parties » marginales de la face externe des sépales ou des pétales.

» Si l'origine de l'essence est plus lointaine, c'est-à-dire si les com- » posés tannoïdes arrivent déjà tout formés dans la fleur (Tubéreuse, » Muguet, etc.) l'essence peut s'accumuler dans l'épiderme de la face » externe des pièces florales du bouton, et cela d'autant plus facilement » que les huiles grasses et les sucs, qui existent en même temps dans » les cellules, ont une tendance à se porter vers cette face externe.

» Dans les feuilles, la transformation se fait sur place, ce qui » explique que la plus grande quantité de l'essence produite s'accumule » dans l'épiderme de la face supérieure, car c'est de ce côté de la feuille » qu'il y a le plus de chlorophylle et que les radiations lumineuses » agissent le plus.

» Si l'on tient compte de l'importance du contenu cellulaire dans la » production et le transport des produits odorants élaborés dans les » tissus éloignés, et qui se forment comme on le sait plus abondamment » la nuit que le jour ; et si on fait intervenir en même temps l'influence » de l'exposition à l'air et à la lumière qui favorise le dégagement du » parfum, on s'explique très bien les modifications de l'intensité et de » la nature même du parfum à différents moments de la journée, le » matin et le soir principalement ».

Toutefois, d'autre part, ce dégagement du parfum, dans tous les cas, ne se fait sentir que lorsque l'huile essentielle s'est suffisamment affranchie des produits intermédiaires qui lui donnent naissance, et il se trouve en quelque sorte dans un rapport inverse avec la production du tannin et des pigments dans la fleur.

Cela expliquerait pourquoi les fleurs à pétales verts n'ont pas d'odeur, pourquoi les fleurs blanches ou roses sont le plus souvent odoriférantes, pourquoi les Composées, qui sont riches en tannin, ont l'odeur désagréable qu'on leur connaît, pourquoi enfin le Lilas blanc artificiel et les Roses forcées prennent un parfum plus fin.

HENRI JUMELLE.

(*A suivre*).

Le Gérant, Th. Clerquin.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les six premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des six premiers volumes de la

Revue générale de Botanique :

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — Bornet : *Ectocarpus fulvescens.* — Guignard : Anthérozoïdes. — Bonnier : Végétation de la vallée de Chamonix ; Lichens et protonémas des Mousses ; Renonculacées de la Flore de France. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Développement des plantes annuelles. — Kolderup-Rosenvinge : Organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — De Planta : Crosnes du Japon. — De Saporta : Palmiers fossiles. — Dupray : Nouvelle espèce de *Spirogyra.* — Prillieux : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — Dufour : Nouvelle espèce de Chanterelle ; Gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — Trabut : *Abies numidica.* — Seignette : Les tubercules. — Costantin : *Alternaria* et *Cladosporium.* — Poulsen : Phanérogame sans chlorophylle. — Mascleff : Hellébores.

Revues : Anatomie (Leclerc du Sablon) ; Champignons (Costantin) ; Technique (Dufour) ; Lichens (Hue) ; Plantes de l'Asie (Franchet) ; Physiologie végétale (Jumelle) ; Paléontologie végétale (de Saporta).

Tome II. — *(416 pages, 25 planches et 203 figures dans le texte).*— Battandier et Trabut : *Pancratium Saharæ.*— Curtel : Transpiration et assimilation pendant les nuits norvégiennes. — Flot : Structure de la tige des arbres. — Heckel : Nouvelle espèce de l'Afrique.— Lesage : Feuilles des plantes maritimes.— Bonnier : La vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées.— Daguillon : Feuilles des Conifères.— Russell : Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; *Viciæ sepium.*— Jumelle : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration.— Brandza : Hybrides. — Leclerc du Sablon : Sommeil des feuilles. — Aubert : Acides organiques chez les plantes grasses. — de Lagerheim : Un parasite de la Vigne. — Daniel : Tannin des Composées. — Franchet : Bambusées à étamines monadelphes. — Poulsen : Grains d'aleurone

Revues : Algues (Flahault) ; Botanique forestière (Henry) ; Paléontologie végétale (de Saporta) ; Physiologie et Chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Anatomie (Leclerc du Sablon) ; Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Plantes de la France (Masclef).

Tome III. — *(560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte).* — Brandza : Téguments de la graine.— Russell : Ascidies de Chou.— Devaux : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — Bordet : *Carex.* — Aubert : Appareil de MM. Bonnier et Mangin pour l'analyse des gaz. — Viala : Maladie des greffes boutures ; Maladie des raisins.— Prunet : Perforation des Pommes de terre par le Chiendent. — Fayod : Structure du protoplasma. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes. — Daniel : Influence du drainage et de la chaux. — Bastit : Tige et feuille des Mousses. — Conway Macmilian : Plantes européennes introduites dans le Minnesota.— Trabut : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; *Riella.* — Daniel : Racines napiformes transitoires.— Costantin : Culture des Basidiomycètes. — Magnin : *Cyclamen europæum.*

Revues : Plantes de la France (Masclef) ; Champignons (Costantin) ; Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Technique (Dufour).

Tome IV.— *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — Trabut : *Quercus Mirbeckii.* — Masclef : *Pteris aquilina* sur le calcaire. — Russell : Inflorescence mâle du Noyer.— Jumelle : Recherches physiologiques sur les Lichens.— Dewèvre et Bordage : Mouvements des végétaux. — Leclerc du Sablon : Tubercules des Equisétacées ; Maladie du Platane. — Prunet : Plantes et insectes. — Hervier : Plantes d'Espagne. — Bonnier : Réviviscence des plantules desséchées ; Variations de pression dans la Sensitive.— Aubert : Respiration et assimilation des plantes grasses. — de Janczewski : *Anemone.* — Jacob de Cordemoy : Liliacée exotique. — Costantin et Dufour : La Môle. — Giard : *Lachnidium acridiorum.* — de Lamarlière : Les feuilles à l'ombre et au soleil.

Revues : Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Anatomie (Prunet) ; Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Plantes de la France (Masclef).

Tome V. — *(544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte).* — Duchartre : *Rosa sericea.* — Bonnier : Transmission de la pression à travers les plantes ; Alphonse de Candolle. — Boudier : Tubercules pileux de certains Agarics. — Prunet : Tubercules de la Pomme de terre. — Russell : Sur les pelotes marines. — Costantin : Convergence des formes conidiennes. — Naudin : Fécondation des *Phœnix.* — Mesnard : Pureté de certaines essences végétales. — Warming : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — De Lamarlière : Développement de quelques Ombellifères.— Magnin : Végétation des lacs du Jura. — Jaccard : La pression des gaz et le développement des végétaux. — Briquet : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — Boulanger : *Matruchotia varians.* — Palladine : Respiration des feuilles vertes et étiolées. — Leclerc du Sablon : Anatomie de la tige de la Glycine.— Lothelier : Les plantes à piquants. — Costantin et Dufour : Action des antiseptiques sur la Môle.

Revues : Lichens (Hue) ; Algues (Flahault) ; Paléontologie végétale (de Saporta) ; Botanique forestière (Henry) ; Bactéries et fermentations (Boutroux).

Tome VI. — *(544 pages, 21 planches et 57 figures dans le texte).*— Daniel : La greffe ; Applications de la greffe herbacée.— Prunet : Propagation du Pourridié.— Flot : Procédés de micrographie. — Houlbert : Propriétés optiques du bois. — Mesnard : Parfums des plantes. — Devaux : A. Merget. — Mer : Chaudron de Sapin. — Naudin : Littoral de la Provence. — Palladine : Rôle des hydrates de carbone dans la résistance à l'asphyxie. — Trabut : *Marsilia* ; *Œdomyces leproides.*— De Saporta : *Rhizocaulon.*— Prunet : Répartition des engrais.— Costantin et Matruchot : Vert-de-gris, Plâtre et Chanci.— De Lamarlière : Espèces nouvelles de Sphériacées.— Lund : Dessiccation et respiration des tubercules. — Hy : Inflorences. — Dufour et Hickel : Ennemis du Pin. — Bazot : Géographie botanique de la Côte-d'Or. — Bonnier : P. Duchartre ; Plantes arctiques et plantes alpines.

Revues : Bactéries et fermentations (Boutroux) ; Algues (Flahault) ; Physiologie et chimie végétales (Jumelle) ; Lichens (Hue) ; Champignons (Costantin).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SEPTIÈME

Livraison du 15 Octobre 1895

N° 82

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1895

LIVRAISON DU 15 OCTOBRE 1895

I. — SUR LA DIGESTION DES ALBUMENS GÉLATINEUX, par **M. Leclerc du Sablon** 401

II. — INFLUENCE DE LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE CONTINUE SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES PLANTES (avec planches), par **M. Gaston Bonnier** *(fin)* 409

III. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. H. Jumelle** *(suite)*. 420

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

Planche 14. — *Æsculus Hippocastanum ; Acer Pseudo-Platanus ; Ulmus campestris ; Tilia silvestris ; Leucanthemum vulgare ; Achillea Millefolium ; Ranunculus asiaticus.*

Planche 15. — *Vicia satia ; Stachys tuberifera ; Lathyrus sativus.*

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

SUR LA DIGESTION

DES

ALBUMENS GÉLATINEUX

par M. LECLERC DU SABLON

Certaines Légumineuses possèdent un albumen abondant où la matière de réserve est surtout formée par les parois des cellules, très épaisses et gélifiées. Je me suis proposé d'étudier, surtout au point de vue chimique, les transformations que subit cet albumen pendant la germination, dans deux espèces : le *Gleditschia triacanthos* et le *Sophora japonica.*

Les matières de réserves de ces graines étant formées presque exclusivement par des hydrates de carbone, c'est seulement sur ces composés que s'est portée mon attention. D'après Kœnig, la graine entière de *Gleditschia* ne renferme en effet que 8 °/₀ de matières azotées et 3 °/₀ de matières grasses, et encore ces substances se trouvent-elles surtout localisées dans la plantule dont le poids est à peu près égal à celui de l'albumen.

J'ai dosé séparément, dans l'albumen et dans la plantule des graines germées et non germées : 1° les sucres réducteurs que je réunirai sous le nom de glucose ; 2° les sucres non réducteurs que je réunirai sous le nom de saccharose ; 3° les hydrates de carbone insolubles dans l'alcool à 85° et transformables en glucose.

Pour cela, j'ai opéré à peu près de la même façon que pour les graines oléagineuses sans toutefois épuiser la matière par l'éther. Les albumens et les plantules étant isolés, je les fais dessécher dans une étuve à 95° environ, je pile la matière desséchée, je la laisse macérer pendant quatre jours dans l'alcool à 85° qui dissout les sucres, je filtre, je fais évaporer l'alcool, je reprends le sucre par l'eau et après avoir pris les précautions nécessaires, je dose directement le glucose dans une moitié du liquide ; dans la seconde moitié je dose le saccharose transformé en glucose par l'action de l'acide chlorhydrique.

Puis j'ajoute de l'eau à la matière épuisée par l'alcool. Dans le cas des plantules, je laisse macérer pendant 24 heures, puis je filtre et j'ai un liquide qui contient en dissolution certains hydrates de carbone insolubles dans l'alcool et qu'on peut ranger dans la catégorie des dextrines ; après avoir été traités par l'acide chlorhydrique, ces hydrates de carbone sont transformés en glucose et je peux les doser directement.

J'ai essayé de faire la même opération avec les albumens, mais, dans ce cas, l'eau arrivant au contact de la cellulose gélifiée, la gonfle énormément et il devient très difficile de filtrer ; il ne m'a pas été possible de séparer ainsi d'une façon précise les hydrates de carbone tout à fait solubles dans l'eau de ceux qui forment seulement une gelée. Pour rendre les résultats plus nets j'ai confondu ces deux catégories de composés en traitant la matière gélatineuse elle-même par l'acide chlorhydrique ; j'obtiens ainsi une quantité de glucose bien plus considérable, car ce glucose correspond, non seulement aux hydrates de carbone solubles dans l'eau, mais encore à ceux qui sont insolubles. Dans le cas des albumens, il m'a paru préférable d'opérer ce dosage directement sur la matière non épuisée par l'alcool ; on défalque de la quantité de glucose ainsi trouvée les sucres extraits par l'alcool sur des échantillons comparables.

Je fais germer les graines dans une étuve dont la température varie seulement de 20° à 22°. Pour obtenir une germination rapide et régulière, il est bon de limer une partie des téguments dans le voisinage de la radicule afin de permettre à l'eau d'arriver plus vite au contact de l'albumen et de la plantule.

Gleditschia triacanthos. — Après un séjour de trois jours dans l'étuve, la radicule des graines a atteint une longueur d'un peu plus d'un centimètre. Je comparerai les graines arrivées à cet état de développement aux graines non germées.

Le tableau 1 renferme les résultats obtenus par l'analyse des albumens.

Tableau 1

	Poids de la matière sèche	Glucose	Saccharose	Hydrate de carbone
	—	—	—	—
	gr.	gr.	gr.	gr.
Albumens non germés .	2.054	0	0.022	1.543
» **germés** . . .	1.268	0.062	0.020	0.835

	Glucose 0/0 de matière sèche	Saccharose 0/0	Hydrate de carbone 0/0
	—	—	—
Albumens non germés	0	1.0	75.1
» germés	4.8	1.5	65.8

Le glucose qui n'existe pas dans l'albumen non germé se forme donc pendant la germination en quantité notable ; la proportion de saccharose varie très peu. Les hydrates de carbone insolubles dans l'alcool et transformables en glucose par l'action de l'acide chlorhydrique sont très abondants avant la germination et se trouvent en proportion moindre pendant la germination. C'est sans doute aux dépens de ces hydrates de carbone que s'est formé le glucose trouvé dans l'albumen.

Le tableau 1 relatif aux albumens est complété par le tableau 2 relatif aux plantules correspondantes.

Tableau 2

	Poids de la matière sèche	Glucose	Saccharose	Dextrine
	—	—	—	—
	gr.	gr.	gr.	gr.
Plantules non germées.	2.117	0	0.190	0.056
» germées.	3.924	0	0.263	0.250

	Glucose 0/0 de matière sèche	Saccharose 0/0	Dextrine 0/0
	—	—	—
Plantules non germées	0	8.9	2.6
» germées	0	6.7	6.3

Il est à remarquer que la plantule ne renferme de glucose, ni pendant, ni avant la germination; il est probable cependant que la plantule absorbe une partie au moins du glucose élaboré dans l'albumen ; il faut admettre alors que ce glucose est assimilé immédiatement par la plantule ou tout au moins transformé en un hydrate de carbone non réducteur ; cette dernière hypothèse me semble la moins plausible. Le saccharose qui paraît être surtout une matière de réserve diminue pendant la germination. Il est probable d'ailleurs que pendant que le saccharose de réserve est digéré, la transformation des autres matières de réserve donne lieu à d'autres sucres réducteurs, mais la résultante est une diminution de sucre non réducteur.

La dextrine au contraire augmente pendant la germination. Il est difficile de préciser la matière de réserve qui, par sa transformation, donne lieu à cette augmentation ; il me paraît cependant probable que cette dextrine vient de l'albumen où elle a été produite par la digestion de la matière gélatineuse. Si cette hypothèse qui va d'ailleurs être confirmée par l'étude des germinations fractionnées était exacte, on pourrait s'expliquer plus facilement l'absence de glucose dans la plantule. La dextrine serait alors le principal produit de la digestion de l'albumen gélatineux et une fois absorbée par la plantule serait directement assimilée sans passer par l'état de glucose.

Quant au glucose qui se trouve dans l'albumen, il pourrait très bien se faire qu'il ne soit pas absorbé par la plantule et s'accumule dans l'albumen. J'ai montré, en effet, dans mon précédent travail publié dans cette Revue, à propos de la germination du Ricin, que la plantule peut emprunter à l'albumen certaines substances solubles de préférence à d'autres.

Pour savoir si l'albumen renferme les diastases qui le transforment pendant la germination ou s'il reçoit ces diastases de la plantule, j'ai mis à germer isolément l'albumen et la plantule. Il suffit pour cela de partager la graine parallèlement au plan des cotylédons qui se séparent très facilement de l'albumen ; on peut alors mettre isolément dans l'étuve à germination, d'une part les plantules ou fractions de plantule, d'autre part les albumens qui restent adhérents aux téguments. Après un séjour d'un peu plus de deux jours à l'étuve, ces germinations fractionnées m'ont fourni les résultats suivants :

Tableau 3

	Poids de la matière sèche — gr.	Glucose — gr.	Saccharose — gr.	Hydrates de carbone — gr.
Albumens non germés .	2.054	0	0.022	1.543
» germés. . . .	3,533	0.115	6.025	2,590

	Glucose 0/0 de matière sèche —	Saccharose 0/0 —	Hydrates de carbone 0/0 —
Albumens non germés	0	1.0	75.1
» germés isolément	3.2	0.7	73.3
Albumens germés normalement. . .	4.8	1.5	65.8

Tableau 4

	Poids de la matière sèche — gr.	Glucose — gr.	Saccharose — gr.	Dextrine — gr.
Plantules non germées. .	2.117	0	0.190	0.056
» germées. . .	1.240	0	0.050	0 010

	Glucose 0/0 de matière sèche	Saccharose	Dextrine
	—	—	—
Plantules non germées	0	8.9	2.6
» germées isolément	0	4.0	0.8
» » normalement . . .	0	6.7	6 3

Les graines analysées dans les tableaux 1 et 2 sont restées trois jours à l'étuve ; celles qui font l'objet des tableaux 3 et 4 y sont restées 12 heures de moins. Malgré cette différence et pour faciliter la comparaison des germinations fractionnées et des germinations normales, j'ai ajouté au bas des tableaux 3 et 4 une ligne rappelant la proportion des diverses substances trouvées dans les germinations normales.

Le tableau 3 montre qu'il y a production de glucose dans les albumens germant isolément ; ces albumens renferment donc des diastases pouvant opérer au moins partiellement la digestion des matières de réserve. Il faut remarquer surtout que les hydrates de carbone autres que les sucres sont, dans les albumens germés isolément, presque aussi abondants que dans les albumens non germés et beaucoup plus abondants que dans les albumens germés normalement (73.3 °/₀ au lieu de 67.8) ; c'est une raison de plus pour admettre que ces hydrates de carbone ont été absorbés par la plantule.

Sur le tableau 4 on voit que le saccharose de la plantule a diminué plus vite dans la germination fractionnée que dans la germination normale ; on voit surtout que la dextrine, au lieu d'augmenter comme dans la germination normale a diminué notablement; ce dernier fait confirme l'hypothèse faite plus haut, que la dextrine est un produit directement assimilable que l'albumen fournit à la plantule. Dans une germination fractionnée, la plantule consomme la dextrine qu'elle renferme et n'en reçoit pas d'autre de l'albumen. En comparant les tableaux 2 et 4, on voit que la proportion de dextrine puisée par la plantule dans l'albumen est au moins de 5,50 °/₀ du poids de la plantule.

Etudiés au microscope, les albumens germés isolément se distinguent à peine pendant les deux premiers jours des albumens germés normalement, mais un peu plus tard la différence apparaît et s'accentue. Au bout de quatre jours, par exemple, une coupe faite dans un albumen germé isolément, montre que la partie gélifiée de la paroi a été complètement dissoute, tandis que le contenu des cellules subsiste en entier entouré par la partie cellulosique de la paroi. Dans les germinations normales, la partie gélifiée de la paroi a disparu comme dans le premier cas, mais le contenu des cellules est aussi digéré et il ne reste plus au bout de quatre jours que la partie cellulosique des parois, laquelle, comme l'on sait, disparaît à son tour. Il résulte de ces observations que la digestion de l'albumen est plus énergique et plus complète dans le cas de la germination normale.

On peut donc conclure que, si l'albumen renferme des diastases capables de commencer la digestion, la plantule peut, de son côté, fournir des diastases qui rendent plus rapide et plus complète la digestion de l'albumen.

SOPHORA JAPONICA. — J'ai fait avec les graines du *Sophora japonica* les mêmes études qu'avec celles du *Gleditschia triaconthos* et de la même façon. Je comparerai d'abord les graines non germées avec des graines qui sont restées pendant trois jours dans l'étuve à germination et dont la radicule a atteint une longueur d'un centimètre environ.

Le tableau 5 renferme les résultats relatifs aux albumens :

Tableau 5

	Poids de la matière sèche	Glucose	Saccharose	Hydrates de carbone
	—	—	—	—
	gr.	gr.	gr.	gr.
Albumens non germés	2.820	0	0.035	1.910
» germés	2.797	0.022	0.050	1.643

	Glucose 0/0 de matière sèche	Saccharose 0/0	Hydrates de carbone 0/0
	—	—	—
Albumens non germés.	0	1.2	67.7
» germés	0.8	1.8	58.7

En comparant le tableau 5 au tableau 1 on voit que les albumens de *Sophora* se conduisent de la même façon que ceux de *Gleditschia* ; il y a formation d'une certaine quantité de glucose mais beaucoup plus faible que dans le *Gleditschia* ; la proportion en saccharose augmente légèrement pendant la germination et la proportion d'hydrates de carbone diminue de 9 °/₀.

Le tableau 6 donne les résultats relatifs aux plantules :

Tableau 6

	Poids de la matière sèche	Glucose	Saccharose	Dextrine
	gr.	gr.	gr.	gr.
Plantules non germées . . .	2.342	0	0.100	0.035
» germées	4.793	0	0.140	0.463

	Glucose 0/0 de matière sèche	Saccharose 0/0	Dextrine 0/0
Plantules non germées	0	4.2	1.4
» germées	0	2.9	9.6

Comme dans les plantules de *Gleditschia,* il n'y pas de glucose, la proportion de saccharose diminue et la proportion de dextrine augmente beaucoup. La dextrine paraît être la forme sous laquelle l'albumen digéré est absorbé par les cotylédons.

Les tableaux 7 et 8 donnent les résultats d'analyses faites sur des albumens et des plantules qui ont fait un séjour de deux jours et demi dans l'étuve à germination après avoir été isolés les uns des autres.

Tableau 7

	Poids de la matière sèche	Glucose	Saccharose	Hydrates de carbone
	gr.	gr.	gr.	gr.
Albumens non germés. .	2.820	0	0.035	1.910
» germés. . . .	1.848	0.010	0 045	1.190

	Glucose 0/0 de matière sèche	Saccharose 0/0	Hydrates de carbone 0/0
Albumens non germés	0	1.2	67.7
» germés isolément	0.5	2.4	64.4
» » normalement. . . .	0.8	1.8	58.7

Tableau 8

	Poids de la matière sèche	Glucose	Saccharose	Dextrine
	gr.	gr.	gr.	gr.
Plantules non germées. .	2.342	0	0.100	0.035
» germées. . . .	1.421	0	0.045	0.025

	Glucose 0/0 de matière sèche	Saccharose 0/0	Dextrine 0/0
Plantules non germées	0	4.2	1.4
» germées isolément	0	3.1	1.7
» » normalement. . . .	0	2.9	9.6

L'étude des germinations fractionnées donne donc encore à peu près les mêmes résultats que pour les graines de *Gleditschia*. Le fait le plus important à retenir c'est que les dextrines se trouvent en bien moins grande abondance dans les plantules isolées de l'albumen que dans les plantules germant normalement, et que les hydrates de carbone de l'albumen diminuent beaucoup plus vite dans les germinations normales que dans les germinations fractionnées.

Si l'on fait l'étude anatomique comparée des albumens germés isolément et de ceux qui ont germé au contact de la plantule, on voit que dans les deux cas la cellulose gélifiée disparaît ; mais le contenu des cellules éprouve des modifications plus profondes dans les germinations normales. Ce fait, déjà observé dans le *Gleditschia*, montre que la digestion de l'albumen est opérée à la fois par les diastases propres de l'albumen et par celles de la plantule.

Résumé et conclusions. — En somme il ressort de l'étude qui précède :

1° Que l'albumen des graines étudiées renferme des diastases pouvant lui permettre de germer isolément et d'opérer au moins partiellement la digestion des matières de réserve qu'il renferme ;

2° Que le produit principal de la digestion des réserves gélatineuses renfermées dans l'albumen est un hydrate de carbone analogue aux dextrines ; ce composé est absorbé par la plantule et paraît être assimilé directement.

3° Que le glucose qui se produit en faible quantité dans l'albumen et qui n'existe pas dans la plantule joue un rôle accessoire dans la germination.

4° Que le saccharose, abondant surtout dans la plantule non germée où il joue un rôle de matière de réserve, se forme en quantité très faible pendant la digestion de l'albumen.

INFLUENCE

DE LA

LUMIÈRE ÉLECTRIQUE CONTINUE

SUR LA FORME ET LA STRUCTURE DES PLANTES

par M. Gaston **BONNIER** *(Fin).*

III

CULTURES D'ESPÈCES ALPINES ET ARCTIQUES A LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE

J'ai fait venir au printemps, alors qu'elles étaient encore sous la neige, un certain nombre de plantes de la région alpine des Alpes ou des Pyrénées, en choisissant des espèces qui se trouvent représentées dans la région arctique. Ces plantes, mises en pot, ont été exposées à la lumière électrique continue, dans de l'air maintenu humide. Des échantillons témoins des mêmes espèces avaient été placés dans une serre et exposés à la lumière ordinaire. D'autres échantillons semblables, laissés dans leur station naturelle de la région alpine, ont été recueillis ultérieurement et examinés comparativement.

J'ai montré dans un autre Mémoire (1) que lorsqu'une même espèce se trouve à la fois dans la région alpine de nos montagnes et dans la région arctique, au Spitzberg ou à l'île Jan Mayen, par exemple, sa structure n'offre pas les mêmes caractères dans les deux cas. Les feuilles des exemplaires arctiques de la même espèce ont une épaisseur plus grande, une différenciation moindre, un tissu en palissade moins marqué, des lacunes plus développées que dans les Alpes ou dans les Pyrénées.

J'ai fait voir, par l'observation comparée de ces structures, que cette différence d'organisation doit être attribuée surtout : 1° à l'éclairement peu intense et continu des régions arctiques pendant toute la saison où les plantes se développent ; 2° à l'humidité plus grande de l'air.

---

(1) G. Bonnier : *Les plantes arctiques comparées aux mêmes espèces des Alpes et des Pyrénées* (Revue générale de Botanique, tome VI, 1894, p. 505).

Restait à essayer de réaliser synthétiquement cette structure arctique par l'expérience. C'est dans ce but que j'ai cultivé quelques-unes des espèces observées à la lumière électrique continue peu intense et dans un air humide, cherchant à réaliser artificiellement les conditions naturelles de la région arctique.

Ajoutons qu'une température suffisamment basse était maintenue par le renouvellement d'eau froide dans les étuves vitrées où se trouvaient ces cultures de plantes alpines.

1. *Saxifraga oppositifolia.*— Les touffes de cette espèce provenaient de la chaîne de l'Arbizou, dans les Pyrénées. La structure des feuilles dans la station naturelle de ce Saxifrage, pris en pleine région alpine, était celle qui est représentée par la fig. 17 de la planche 21 (*Revue générale de Botanique*, 1894) du Mémoire que je viens de citer plus haut. Le tissu était serré, presque sans lacune et surtout des cellules en palissade assez courtes mais régulièrement disposées.

Cultivées dans les conditions que je viens de décrire, à la lumière continue, à cinq mètres d'une lampe à arc réglée à huit ampères, dans l'air humide de l'étuve, maintenue à une température de + 8° à + 11°, les feuilles des nouvelles rosettes se sont développées,

Ces feuilles nouvelles, après leur évolution et leur différenciation complète se sont montrées plus épaisses que les feuilles développées dans la région alpine et dans le lot des plantes témoins. Leur structure offrait presque l'apparence que représente la figure 16 de la planche citée, c'est-à-dire se rapprochait beaucoup de la structure naturelle des feuilles du *Saxifraga oppositifolia* du Spitzberg.

On y trouva en effet, comparativement avec la feuille de l'échantillon alpin originaire, une cuticule moins épaisse, un épiderme dont les cellules étaient moins cohérentes ; la disparition presque totale de toute différenciation en palissade, enfin des lacunes développées dans la partie inférieure du mésophylle.

Ainsi était réalisée, dans ses grands traits, la synthèse de la structure qui caractérise les plantes arctiques.

2. *Silene acaulis.* — Des touffes de cette espèce provenant de la

région alpine du Dauphiné ont été cultivées comme les précédentes.

Les pieds originaires alpins avaient des feuilles dont la structure était voisine de celle qui représente la figure 6 de la planche 19 (*Revue générale de Botanique,* 1894) du Mémoire cité. On y voyait nettement deux assises de tissu en palissade compact et le tissu sous-jacent ne présentant que quelques méats peu importants entre les cellules.

A la lumière continue et dans l'air humide, les feuilles nouvelles développées étaient plus épaisses, à cuticule moins marquée, toutes les cellules avaient plus ou moins arrondi leurs contours et les méats étaient plus grands. La coupe de la feuille se rapprochait un peu de celle qui est représentée sur la figure 4 de la planche précédente, c'est-à-dire de la structure normale au Spitzberg.

Salix reticulata. — Des pieds de cette plante, recueillis dans la région alpine des Pyrénées, et cultivés comme les deux espèces précédentes, ont donné à la lumière électrique continue et dans l'air humide des feuilles un peu plus épaisses, des éléments palissadiques un peu plus larges, moins serrés et présentant des méats entre eux ; enfin, la cuticule était très réduite.

On voit par ces quelques essais de cultures que l'on peut réaliser artificiellement des conditions très voisines de celles qui influent sur la structure des plantes arctiques et transformer ainsi à peu de chose près, par l'expérience, le faciès alpin d'une espèce en un faciès arctique caractéristique.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

L'ensemble de toutes les recherches précédentes fait voir qu'il est possible de se servir de la lumière électrique, pour l'étude des phénomènes physiologiques qui se produisent normalement sous l'influence de la lumière solaire.

On comprend quel est l'intérêt de ce résultat général, car avec la lumière solaire on ne peut étudier les phénomènes physiologiques avec une lumière d'intensité constante, et l'emploi de photomètres enregistreurs n'est ni pratique ni d'une exactitude suffisante.

Mais, pour revenir au but spécial que je me suis proposé dans ces recherches exécutées à l'éclairement électrique, je vais résumer dans ces conclusions les principaux faits mis en évidence dans ce travail.

I. — MODIFICATIONS DE LA STRUCTURE DES VÉGÉTAUX A LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE CONTINUE

J'ai pu réaliser des conditions suffisamment constantes du milieu physique dans lequel se développent les végétaux : température, état hygrométrique de l'air, arrosement du sol, lumière constante et continue, jour et nuit, sans interruption.

Les mêmes espèces, au même état, provenant de la même origine, ont été divisées en quatre lots aussi semblables que possible et ont été exposés : le premier, à un éclairement électrique constant, le second au même éclairement de 6 heures du matin à 6 heures du soir et à l'obscurité de 6 heures du soir à 6 heures du matin (éclairement électrique discontinu) ; le troisième, aux conditions ordinaires d'éclairement solaire et de repos nocturne, mais autant que possible dans les mêmes conditions de température, d'état hygrométrique et d'humidité du sol que les précédentes ; enfin, le quatrième était maintenu constamment à l'obscurité.

On trouve, pour une même espèce, des différences de structure entre l'éclairement électrique continu et l'éclairement discontinu normal. Les organes complètement développés à la lumière continue ont les caractères suivants :

1° *La chlorophylle est plus développée et plus uniformément répandue dans toutes les cellules qui en contiennent à l'éclairement normal. De* *plus, des grains de chlorophylle peuvent même apparaître dans les éléments qui n'en contiennent pas à l'état normal, dans l'écorce jusqu'à l'endoderme, ou même dans les rayons médullaires, dans la moelle, parfois jusqu'aux cellules centrales de la moelle.*

2° *La structure du limbe de la feuille est simplifiée: le tissu en palissade est moins marqué ou disparaît totalement, l'épiderme a des cellules à parois moins épaisses, les cellules corticales perdent leurs différenciations spéciales* (*transformation en sclérenchyme des pétioles de Fougère, réduplication de la membrane des cellules corticales des feuilles de Pin,* etc).

3° *La structure de la tige est simplifiée : l'écorce est moins nettement divisée en deux zones différentes ou même a tous ses éléments semblables ; le liège est tardif ou peu développé, l'endoderme est moins net, ou même n'est plus distant des cellules voisines ; le tissu cortical, le tissu des rayons médullaires et le tissu de la moelle sont formés d'éléments qui se ressemblent plus entre eux ; la sclérification et la lignification du péricycle ou des fibres du bois s'atténuent ou disparaissent totalement ; le calibre intérieur des vaisseaux est souvent plus grand ; la zone périmédullaire et le liber sont moins différenciés.*

Ajoutons que la structure à la lumière électrique discontinue se rapproche plus de la structure à la lumière discontinue normale que de celle à la lumière continue électrique. Enfin, il faut remarquer que cette dernière est intermédiaire entre la structure normale et celle à l'obscurité, sauf le verdissement.

En somme, il se produit à la lumière électrique continue une sorte d'*étiolement vert,* car les deux principales caractéristiques des changements obtenus sont la surabondance de la chlorophylle et la simplification de la structure.

II. — Applications a l'étude de quelques questions d'anatomie

Les modifications de structure observées présentent parfois un certain intérêt au point de vue de l'anatomie générale ou encore de l'application de l'anatomie à la classification.

On a vu, par exemple, le tissu sclérifié sous-épidermique se confondre, pour la forme des cellules avec les éléments, de l'épiderme (*Pteris Tremula*) à l'éclairement discontinu normal. A la lumière continue, l'absence de sclérification des assises extérieures de l'écorce met en évidence la distinction entre l'épiderme et l'écorce (fig. C_{10}, planche 11).

Dans d'autres cas la modification obtenue est plus importante. Un pétiole qui présente normalement un endoderme général et un péricycle différencié, englobant tous les tissus (*Helleborus niger*) peut présenter, en apparence, à la lumière continue, une tout autre structure. Par suite de la ressemblance entre les éléments de l'écorce des rayons médullaires et de la moelle, il semble que chaque faisceau est entouré d'un endoderme particulier et on ne voit plus ni endoderme général, ni péricycle (fig. C_1 et D_1, planche 6).

A un autre point de vue, ces expériences, et d'une manière générale toutes celles qu'on peut faire en modifiant la structure par le changement du milieu physique, peuvent faire voir quels sont les caractères anatomiques les plus constants. C'est une sorte de détermination expérimentale de la subordination des caractères anatomiques.

On peut en faire l'application aux exemples étudiés.

C'est ainsi que la lignification du bois est à peine atténuée lorsque celle des fibres du péricycle ou des fibres ligneuses est complètement abolie. D'où l'on doit conclure que, pour les plantes mises en expérience, la lignification des vaisseaux est un caractère plus constant que la lignification des fibres.

Dans une feuille de Pin, la disposition et même la différenciation du tissu aréolé est à peine modifiée, alors même que les replis caractéristiques des cellules corticales sont tout à fait supprimés. Donc, le premier tissu fournit des caractères plus constants que le second.

On pourrait faire des remarques analogues au sujet du tissu en palissade des feuilles, de la structure de leurs nervures, etc.

III. — MODIFICATIONS DE LA STRUCTURE A DES ÉCLAIREMENTS ÉLECTRIQUES D'INTENSITÉS DIFFÉRENTES.

D'autres séries d'expériences ont été faites en plaçant des lots semblables de la même espèce à des éclairements électriques de diverses intensités.

Une première série de recherches a été établie à la lumière électrique discontinue (avec une obscurité de 6 heures du soir à 6 heures du matin).

Les résultats ont confirmé ceux qui étaient connus pour les plantes cultivées comparativement à l'ombre et au soleil, dans les expériences de M. Dufour. Il en résulte que les mêmes changements dans la différenciation : cuticule plus marquée, palissades plus développées, épaisseur plus grande de la feuille, stomates plus nombreux, etc., sont obtenus à la lumière électrique comme au soleil, par une intensité plus grande de l'éclairement. Les changements de structure ne sont donc pas dus à ce que la nature de la lumière employée est différente. D'ailleurs les expériences préliminaires qui ont montré l'intensité du dégagement d'oxygène qu'on peut obtenir à la lumière électrique viennent à l'appui de cette conclusion.

Une seconde série de recherches a été faite avec les mêmes plantes, mais à la lumière électrique continue de diverses intensités. On a vu que la différenciation des tissus, tout en augmentant avec l'intensité de la lumière, se maintient toujours beaucoup moins grande que celle obtenue parallèlement, pour la même intensité, à la lumière électrique continue.

IV. — CULTURES DE PLANTES ALPINES ET ARCTIQUES A LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE CONTINUE

Des observations, que j'ai publiées dans un autre Mémoire, il résulte que les espèces communes à la région arctique et à la région alpine de nos montagnes présentent des différences de structure très notables.

Pour la même espèce, les feuilles, par exemple, montrent à la fois une épaisseur plus grande et une structure simplifiée.

J'avais attribué à l'éclairement continu peu intense et à l'humidité plus grande de l'air dans les régions arctiques, les causes principales des modifications observées.

Dans des étuves vitrées convenablement disposées, maintenues à des températures peu élevées par un courant d'eau froide, j'ai cultivé quelques plantes d'espèces à la fois alpines et arctiques, provenant des Alpes et des Pyrénées.

En exposant ces cultures à un éclairement électrique continu et en les maintenant dans de l'air humide, j'ai essayé de réaliser, dans une certaine mesure, les conditions du milieu physique des régions arctiques.

Les feuilles nouvelles de ces plantes alpines qui se sont développées dans ces conditions ont acquis une structure presque identique à celle qu'offrent naturellement les mêmes plantes récoltées au Spitzberg ou à l'île Jan Mayen.

EXPLICATION DES PLANCHES

(Toutes les coupes ont été dessinées à un grossissement de 125 diamètres).

Planche 6

Helleborus niger. — D_1, Portion de la coupe transversale du pétiole d'une feuille de la base développée à la lumière discontinue; C_1 portion correspondante de la coupe transversale du pétiole d'une feuille similaire développée à la lumière électrique continue. Lettres communes : E, épiderme ; CC, tissu cortical ; I, lacunes ; L, liber ; B, bois.

Lettres différentes : E' (fig. C_1), cellules qui semblent former un endoderme spécial à chaque faisceau ; *en* (fig. D_1) endoderme général du cylindre central ; C' (fig. C_1) cellules qui semblent continuer l'écorce jusqu'au centre correspondant aux cellules P et C' (fig. D_1) du péricycle ; CC" (fig. C_1), cellules intérieures semblant continuer l'écorce correspondant aux cellules M (fig. D_1) de la moelle.

Planche 7

Helleborus niger. — D_2, coupe du limbe de la feuille développée à l'éclairement discontinu normal; C_2, coupe du limbe de la feuille correspondante développée à la lumière électrique continue.

Lettres communes : ES, épiderme à la face supérieure ; EI, épiderme à la face inférieure ; PL, tissu en palissade ; L, lacunes.

Lettres différentes : LC (fig. D_2), tissu lacuneux ; C (fig. C_2) tissu correspondant au tissu lacuneux.

Pinus austriaca. — D_7, coupe transversale de la feuille développée pendant une saison à la lumière discontinue normale ; C_7, coupe de la feuille correspondante développée à la lumière électrique continue.

Lettres communes : *ep*, épiderme ; *h*, cellules sous-épidermiques ; *s*, stomates ; *ec*, écorce ; *c*, canaux sécréteurs ; *ed*, endoderme ; *ar*, tissu aréolé ; *b*, bois ; *l*, liber.

Planche 8

Helleborus niger. — C_3, schéma de la coupe du pétiole d'une feuille de la base, développée à la lumière électrique continue : les faisceaux libéro-ligneux L, B semblent plongés au milieu d'un tissu cortical homogène, CC, C', C".

D_3, schéma de la coupe du pétiole d'une feuille correspondante développée à la lumière discontinue : les faisceaux libéro-ligneux L, B sont contenus dans un endoderme général P ; CC' écorce ; M, moelle.

Fagus silvatica. — C_5, coupe d'une partie de la tige d'un an après une saison complète à la lumière électrique continue ; D_5, coupe correspondante développée pendant la même saison à la lumière discontinue.

Lettres communes : *ep*, épiderme ; *ec*, écorce ; *f*, fibres péricycliques ; *l*, liber ; *a*, assise génératrice ; *b*, bois ; *pm*, zone périmédullaire ; *m*, moelle.

Lettre spéciale à la figure D_5 : *lg*, liège.

PLANCHE 9

Elodea canadensis. — D_4, coupe transversale de la tige submergée développée à la lumière discontinue normale; C_4, coupe correspondante de la tige submergée éclairée à la lumière électrique continue.

Lettres communes : EP, épiderme ; L, lacunes ; CL, cylindre central.

Zea Mays. — D_6, partie d'une coupe de la feuille développée à la lumière discontinue; C_6, portion correspondante d'une feuille similaire développée à la lumière électrique continue.

Lettres communes : EP, épiderme ; S, tissu sous-épidermique silicifié ; CC, tissu cortical ordinaire ; L, liber ; ED, endoderme.

PLANCHE 10

Picea excelsa. — D_8, coupe de la feuille développée au bout d'une saison à l'éclairement discontinu normal ; C_8, coupe d'une feuille similaire développée au bout du même temps à la lumière électrique continue.

Lettres communes : EP, épiderme ; H, cellules sous-épidermiques ; C, canaux sécréteurs ; EC, écorce ; ED, endoderme ; F. fibres.

Taxus baccata. — C_9, coupe de la feuille développée à la lumière électrique continue. E, épiderme ; S, stomates ; CC, tissu cortical ; L, liber ; B, bois.

PLANCHE 11

Pteris Tremula. — D_{10}, coupe transversale d'un pétiolule d'une feuille développée à la lumière discontinue ; C_{10}, coupe correspondante d'un pétiolule homologue d'une feuille développée à la lumière électrique continue.

Lettres communes : *ep*, épiderme ; *h*, cellules sous-épidermiques ; *ec*, tissu cortical ; *ed*, endoderme ; *l*, liber ; *b*, bois.

PLANCHE 12

Carpinus Betulus. — 1 c, début des pousses d'un an à la lumière électrique continue ; 2c, début des mêmes pousses à la lumière discontinue normale (1/7 de la grandeur naturelle).

Amygdalus communis. — 2d, germination à la lumière discontinue; 2c, germination à la lumière électrique continue (1/2 de la grandeur naturelle).

Fragaria vesca. — 3, une feuille de la base développée à la lumière électrique continue (1/4 de la grandeur naturelle).

Geum urbanum. — 4c, une feuille inférieure développée à la lumière électrique continue ; 4d, une feuille homologue développée à la lumière discontinue (1/2 de la grandeur naturelle).

Primula officinalis. — 5n, une feuille de la base développée à l'obscurité ; 5c, une feuille correspondante développée dans les mêmes conditions, mais à la lumière électrique continue (1/2 de la grandeur naturelle).

Planche 13

Triticum sativum. — 6d, germination à la lumière discontinue normale ; 6c, germination de même âge, faite dans les mêmes conditions, mais à la lumière électrique continue (grandeur naturelle).

Helleborus guttatus. — 7, une feuille de la base développée à la lumière électrique continue (1/3 de la grandeur naturelle).

Zea Mays. — 8c, germination à la lumière électrique continue ; 8d, germination de même âge, faite dans les mêmes conditions, mais à la lumière discontinue (grandeur naturelle).

Pisum sativum. — 9c, germination à la lumière électrique continue ; 9d, germination de même âge, faite dans les mêmes conditions, mais à la lumière discontinue (grandeur naturelle).

Planche 14

Æsculus Hippocastanum. — 10, début du développement des pousses feuillées à la lumière électrique continue (1/3 de la grandeur naturelle).

Acer Pseudo-Platanus. — 11, début du développement d'une pousse feuillée à la lumière électrique continue (1/3 de la grandeur naturelle).

Ulmus campestris. — 12, début du développement des pousses feuillées à la lumière électrique continue de faible intensité (1/5 de la grandeur naturelle).

Tilia silvestris. — 13, début du développement d'une pousse feuillée à la lumière électrique continue (1/3 de la grandeur naturelle).

Leucanthemum vulgare. — 14n, jeune tige développée à l'obscurité ; 14c, jeune tige comparable développée depuis le même temps et dans les mêmes conditions, mais à la lumière électrique discontinue (1/2 de la grandeur naturelle).

Achillea Millefolium. — 15, jeunes feuilles de la base, développées à la lumière électrique continue (1/2 de la grandeur naturelle).

Ranunculus asiaticus. — 16 D, une feuille de la base développée à la lumière discontinue ; 16 C, une feuille similaire développée depuis le même temps et dans les mêmes conditions, mais à la lumière électrique continue ; 16 N, une feuille similaire développée depuis le même temps et dans les mêmes conditions, mais à l'obscurité.

PLANCHE 15

Vicia sativa. — 17 *d*, germination à la lumière discontinue normale ; 17 *c*, germination au bout du même temps et dans les mêmes conditions, mais à la lumière électrique continue (grandeur naturelle).

Stachys tuberifera. — 18 *d*, tubercule se développant à la lumière discontinue normale ; 18 *c*, tubercule se développant depuis le même temps à la lumière électrique continue ; cultures de M. L. Dufour (grandeur naturelle).

Lathyrus sativus. — 19 *n*, 19 *c*, 19 *d*, germinations faites depuis le même temps et dans les mêmes conditions ; la première à l'obscurité, la seconde à la lumière électrique continue, la troisième à la lumière discontinue normale (grandeur naturelle).

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893 *(Suite)*.

Si, pour les huiles essentielles, il n'y a jamais eu de doute qu'on doive considérer ces substances comme des excrétats, on est bien moins fixé sur la signification et le rôle réels des alcaloïdes dans les plantes.

Il y a quelques années, à la suite de recherches, que nous avons signalées, sur la germination des graines de *Sterculia*, de *Strychnos* et de *Datura*, M. Heckel concluait que, chez ces plantes, les alcaloïdes doivent être comptés au nombre des matières de réserve, car ils disparaissent pendant la germination.

Il n'en serait cependant pas de même, d'après les expériences de M. CLAUTRIAU (1), pour tous les alcaloïdes.

A vrai dire on pourrait être tenté souvent, ne considérant les faits que superficiellement, d'admettre que ces substances sont employées à un moment donné, au cours du développement, par la plante. Qu'on considère, par exemple, en effet, le *Papaver somniferum*, voici ce qu'on observe :

Les graines mûres de Pavot ne contiennent jamais d'alcaloïdes; et il ne s'en forme, même, ni pendant la germination, ni pendant la première période de la végétation. Il faut que la plante ait acquis un certain développement, ait atteint une hauteur d'environ dix centimètres, pour que l'on puisse constater leur présence. A partir de ce moment, alors, la richesse en alcaloïdes va en croissant jusqu'à ce que la capsule soit arrivée à son complet développement. Mais, durant toute la maturation des graines, les alcaloïdes, par contre, diminuent peu à peu, et ils ont presque complètement disparu lorsque la plante, ayant mûri ses semences, se dessèche.

Évidemment, ce fait de la disparition des alcaloïdes lors de la maturité des graines permet de supposer, *a priori*, qu'il peut exister une certaine relation entre ces substances et la maturation, et que les alcaloïdes servent à la formation des matières albuminoïdes des graines.

---

(1) Clautriau : *L'azote dans les capsules de Pavot* (Bulletin de la Société belge de microscopie, tome XVIII). — *Localisation et signification des alcaloïdes dans quelques graines* (Annales de la Société belge de microscopie, tome XVIII, 1894).

Cependant l'expérience ne vérifie pas cette supposition. En dosant les quantités des diverses matières contenues dans les graines, au commencement et à la fin de la maturation, M. Clautriau a constaté que « si la proportion d'alcaloïdes va en diminuant, la perte en azote » qui provient de cette disparition n'est pas compensée par un accrois- » sement correspondant d'azote albuminoïde; et la quantité totale » d'azote combiné que renferment les capsules décroît à la fin de la » végétation. »

Comme cette décroissance est assez considérable et que, ainsi que l'analyse le démontre, l'azote albuminoïde lui-même a diminué, M. Clautriau en conclut qu'il n'y a pas lieu de considérer les alcaloïdes comme devant servir à la formation des matériaux azotés de la graine chez le Pavot. Une partie de ces alcaloïdes reste dans la capsule, et l'azote de l'autre partie se dégage, sous une forme qui reste à déterminer, dans l'atmosphère.

M. Clautriau tire encore des conclusions identiques de ses recherches sur un certain nombre d'autres plantes, dont les graines mêmes, contrairement à ce qui a lieu pour le Pavot, contiennent des alcaloïdes.

Dans ces graines il est à remarquer, d'abord, que la région où s'accumulent ces alcaloïdes est variable suivant les espèces.

Ainsi, chez l'*Atropa Belladona*, le *Datura Stramonium*, l'*Hyoscyamus niger*, le *Conium maculatum*, les alcaloïdes se trouvent uniquement dans les assises les plus internes du tégument; il n'y en a ni dans l'embryon ni dans l'albumen.

Au contraire, dans l'*Aconitum Napellus* et dans le *Delphinium Staphisagria*, le tégument est dépourvu de principe actif, qui est localisé dans l'albumen, l'embryon n'en contenant pas.

Dans le *Strychnos Nux-vomica*, l'alcaloïde est répandu à la fois dans l'albumen et dans l'embryon.

Or, profitant de la localisation exclusive de l'alcaloïde dans le tégument chez les graines de *Datura* et de *Conium*, M. Clautriau a fait germer un certain nombre de ces graines, dépourvues de tégument.

La germination, dans ces conditions, s'est produite normalement, et a donné des plantes identiques à celles provenant de graines intactes.

Donc, il paraît bien prouvé qu'au moins dans un certain nombre de cas, les alcaloïdes ne sont pas nécessaires à la germination, et ne sont pas utilisés par la jeune plante; et les expériences faites sur le Pavot indiquent encore qu'avant la maturation ils ne semblent pas servir davantage à l'élaboration des matières protéiques qui s'accumulent dans la graine. La plupart ne seraient donc que des excrétats.

Est de même évidemment un produit d'excrétion l'indican, autre substance d'origine végétale, qui, comme beaucoup d'alcaloïdes, n'a d'importance qu'en dehors de la plante.

Traité à chaud par les alcalis étendus ou les acides, cet indican se dédouble en indigo et en indiglucine.

Son étude microchimique dans les tissus vivants vient d'être faite par M. MOLISCH (1).

La méthode employée par l'auteur pour déceler la présence de ce corps dans les cellules a été la suivante : les organes végétaux vivants ont été soumis pendant 24 heures à l'action de vapeurs d'alcool, qui décomposaient l'indican et provoquaient une coloration bleue; il ne restait pour faciliter l'observation qu'à les placer quelque temps dans l'alcool absolu qui dissolvait la chlorophylle. Les coupes de ces organes ont été montées dans une solution d'hydrate de chloral concentrée.

L'indican ne paraît exister que dans un très petit nombre de plantes, appartenant seulement à 10 genres de Phanérogames : *Isatis*, *Polygonum* *Phajus*, *Calanthe*, *Marsdenia*, *Indigofera*, *Galega*, *Nerium*, *Asclepias* et *Spilanthes*.

Ces genres appartiennent, comme on peut le remarquer, à des familles très différentes, et très éloignées l'une de l'autre dans la classification.

A vrai dire, M. Molisch n'a reconnu personnellement la présence certaine de l'indican que dans six des genres que nous venons de citer, les matériaux d'étude lui ayant manqué pour les autres.

Les espèces étudiées dans ces six genres, et qui renferment le corps en question, sont l'*Isatis tinctoria*, le *Polygonum tinctorium*, le *Phajus grandiflorus*, le *Calanthe veratrifolia*, le *Marsdenia tinctoria*, l'*Indigofera Anil*, l'*Indigofera leptostachya*.

L'*Indigofera hirsuta* et l'*Indigofera galegoides* ne présentent pas trace d'indican.

Dans les espèces où il existe, il se trouve dans divers organes, mais, en général, il est surtout abondant dans les feuilles, et notamment dans les jeunes, où il occupe le parenchyme chlorophyllien et l'épiderme. Les racines en contiennent peu ou en sont dépourvues; il fait défaut dans les graines et dans les fruits.

La plante vivante n'a jamais d'indigo bleu, ce qui est d'autant plus curieux qu'on trouve souvent dans la même cellule, à côté de l'indican, des substances qui ont la propriété de le dissocier. Lorsque les feuilles jaunissent, ou quand les plantules sont placées dans l'obscurité, l'indican, qui ne se forme qu'à la lumière, subit des transformations, mais disparaît toujours sans donner de l'indigo.

Le corps qu'on observe dans les différentes plantes citées plus haut ne paraît pas, au reste, être toujours de nature complètement identique; l'ammoniaque le dissocie, en effet, dans certains cas, et le laisse intact dans d'autres.

---

(1) H. Molisch : *Das Vorkommen und der Nachweiss des Indicans in der Pflanze nebst Beobachtungen über ein neues Chromogen* (Sitzungsbericht der kaiserl. Akad. des Wissenschaften in Wien. — Juin 1893).

Un certain nombre de plantes, en dehors de celles citées précédemment, ont été signalées quelquefois comme renfermant de l'indican. Telles sont : *Mercurialis perennis*, *Melampyrum arvense*, *Polygonum Fagopyrum*, *Phytolacca decandra*, *Monotropa Hypopitys*, *Fraxinus excelsior*, *Coronilla Emerus* et *Amorpha fruticosa*. Mais ces observations sont inexactes, d'après M. Molisch.

Peut-être la substance signalée dans ces espèces est-elle la même que celle qui existe dans le *Rhinanthus Crista-galli*, les *Melampyrum nemorosum* et *silvaticum*, le *Galium Mollugo*, etc. Elle serait alors sans doute à rapprocher d'un composé trouvé par M. Molisch, dans le *Lathræa Squamaria*. Ce composé, sous l'influence de l'acide chlorhydrique étendu, donne bien une matière colorante bleue, mais qui n'est pas de l'indigo.

Les matières protéiques de réserve qu'une graine renferme, ne sont pas nécessairement, pour une espèce donnée, en proportion absolument constante; cette proportion dépend, entre certaines limites, des conditions de la végétation.

A ce sujet on a, depuis longtemps, constaté que, pour l'Orge, la valeur du grain, en brasserie, dépend beaucoup de cette proportion des matières albuminoïdes. Les grains les moins riches sont les plus recherchés.

Ce fait a donné à M. Jentys(1) l'idée de préciser quelles sont les conditions qui peuvent influer sur la plus ou moins grande richesse du grain d'Orge en matières protéiques.

Des essais de l'auteur, poursuivis pendant quatre années, il résulte que la cause prédominante qui semble agir sur la qualité de l'orge, c'est l'époque des semailles.

Les grains provenant d'une semaille retardée sont toujours plus riches en azote que ceux provenant d'une semaille hâtive. La différence moyenne dans le contenu de matières albuminoïdes, pour l'Orge cultivé sans engrais, atteint 2,39 pour 100.

Les engrais azotés et surtout les engrais phosphatés atténuent toutefois notablement l'influence du retard des semailles; en ce cas, l'enrichissement moyen ne s'élève plus, en effet, qu'à 0,82 pour 100. Il est à remarquer, à ce propos, que dans les expériences de M. Jentys, ces engrais augmentèrent la quantité d'azote pour les semailles hâtées et la diminuèrent pour les semailles retardées.

Le saupoudrage de l'Orge avec de la chaux a aussi contribué à un enrichissement des grains en matières azotées, sans doute en favorisant la formation d'ammoniaque dans la terre.

---

(1) B. Jentys : ***Sur le rapport entre le temps des semailles et la quantité de matières protéiques dans les grains d'Orge.*** **(Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie. Mai 1892).**

Ce sont là autant de faits intéressants dont il peut être désormais tenu compte dans la culture de l'Orge destiné à la brasserie.

En ce qui concerne leur composition et leur nature exactes, la plupart des matières protéiques qu'on trouve dans les plantes sont encore assez mal connues et beaucoup de leurs réactions mal déterminées.

M. Palladine (1) a fait l'étude de quelques-unes d'entre elles appartenant aux familles des globulines et des albumoses.

Déjà Weyl a montré que les globulines végétales se divisent en deux groupes : la *vitelline végétale*, qui est soluble dans les solutions de chlorure de sodium, quelle que soit la concentration et dont la solution neutre se coagule à 75°; et la *myosine végétale*, qu'un excès de chlorure de sodium précipite des liqueurs salées, et dont la solution neutre coagule entre 55 et 60°.

Martin, de son côté, a trouvé, également, dans les plantes, une troisième globuline qui se rapproche de la myosine, mais ne se coagule qu'à 73°; il la désigne sous le nom de *paraglobuline*. Le même auteur distingue encore deux albumoses végétales : une *phytalbumose* — α qui est soluble dans toutes les solutions de sel marin, et une *phytalbumose* — β, qui est précipitée par un excès de chlorure.

Enfin dans ces dernières années, Vines et Green ont signalé une nouvelle albumine végétale ayant les propriétés de la séro-albumine, et Green, Osborne et Woorlees ont décrit toute une série d'albumines diverses.

Mais toutes ces substances n'ont été cependant qu'incomplètement étudiées. La dialyse, l'action de la chaleur et la saturation sont les seules méthodes qu'on ait employées pour les séparer ; et aucune recherche n'a été faite, ni sur leur proportion dans la plante, ni sur l'influence que peuvent exercer sur elles les autres substances qui se trouvent dans la cellule.

C'est pour combler quelques-unes de ces lacunes que M. Palladine a entrepris son travail.

Pour l'étude de la vitelline, l'auteur a choisi la graine de Lupin jaune, d'où l'on extrait facilement cette vitelline en traitant par la solution de chlorure de sodium à 10 0/0, ou mieux encore par la solution de sel ammoniac à 15 0/0 et en dialysant.

Les propriétés principales de la substance ainsi isolée sont les suivantes :

Elle est soluble dans les solutions de sel marin, d'où un excès de chlorure ne la précipite pas.

---

(1) Palladine : *Beiträge zur Kenntniss der pflanzlichen Eiweisstoffe* (Zeitschrift für Biologie. Avril 1894).

La coagulation de la solution sous l'action de la chaleur est toujours plus ou moins incomplète; à ce point de vue, cette vitelline se rapproche de l'hétéroalbumose découverte par Kühne et Chittenden. La quantité de coagulum formé dépend de la plus ou moins grande abondance de la vitelline par rapport au sel marin, beaucoup plus que de la concentration.

La coagulation se fait à 75° quand la solution est neutre, mais déjà au-dessous de 70° quand la solution est faiblement acide.

Les acides azotique et acétique produisent un précipité; de même, le sulfate de cuivre, l'acétate basique de plomb et l'ammoniaque.

Quant au bichlorure de mercure, son action dépend de la concentration de la solution chlorurée; il y a un précipité si la solution est très étendue, mais il ne s'en produit pas si le degré de concentration atteint 10 pour 100.

Les vitellines extraites des grains de Fève et de Moutarde noire ont les mêmes propriétés que la précédente.

Ce sont toutes, en résumé, des vitellines intermédiaires entre les globulines et les albumoses, et on peut dire que la vitelline végétale est une albumose qui a quelques propriétés de la globuline.

Mais, outre la vitelline, Weyl, ainsi que nous l'avons dit, a encore trouvé dans les graines une globuline qu'il a considérée, en raison de ses réactions, comme une myosine végétale.

Des recherches de M. Palladine, il paraît résulter toutefois que la prétendue myosine n'est qu'une combinaison calcique de la vitelline. Il n'y aurait pas alors de véritable myosine végétale.

M. Palladine doute également de l'existence des albumoses végétales admises par M. Vines et par M. Martin. On peut faire, en effet, une objection sérieuse à la méthode employée par ces auteurs. M. Vines admet, par exemple, que le corps qu'il a étudié est une albumose parce qu'il l'a extrait des graines en traitant celles-ci par l'eau pure.

Mais il ne faut pas oublier que les graines contiennent toujours une grande quantité de substances minérales. Or, ces substances se dissolvant, l'extrait aqueux est devenu, en réalité, un extrait salin.

Et dans cet extrait, M. Palladine a reconnu la présence certaine de vitelline, en même temps qu'il a constaté que par la méthode de M. Vines on peut, en opérant sur une solution chlorurée de vitelline pure et fraîchement préparée, obtenir une albumose soluble dans l'eau.

L'existence d'albumoses végétales n'est donc pas encore absolument prouvée et peut-être, d'une manière générale, admet-on, actuellement, plus d'albumines végétales qu'il n'en est réellement.

Les réactions, aujourd'hui connues, qu'on peut employer pour la détermination des substances albuminoïdes, sont assez nombreuses. Mais il faut observer qu'aucune d'elles n'est véritablement spécifique; toutes peuvent se produire encore avec d'autres corps.

Dans ces conditions, puisque c'est seulement l'ensemble des réactions qui permet de reconnaître les substances albuminoïdes, il y a évidemment intérêt à multiplier le nombre des réactifs.

MM. Reichl et Mikosch (1) en signalent quelques nouveaux, utilisables en microchimie.

Les auteurs, en premier lieu, rappellent ceux qui sont déjà connus, tels que le sulfate de soude, le métaphosphate de soude, l'acétate de fer, l'acétate de cuivre, l'acétate de plomb, l'acétate d'urane, le ferrocyanure de potassium, l'acide tartrique, le réactif de Méhu, qui produisent des précipités, ou tels que l'acide chlorhydrique qui donne, à chaud, une coloration bleue, le chlorure d'or qui colore en rouge puis en bleu, le réactif de Frohde (acide sulfurique et acide molybdique) qui colore en bleu, l'acide xanthoprotéique, qui colore en jaune, le réactif de Millon, le réactif de Michaïlow, le réactif d'Adamkiewicz, celui de Raspail, celui de Biuret, et l'alloxane, qui donnent des colorations variées bien connues.

Les réactifs nouveaux que MM. Reichl et Mikosch ajoutent à la liste précédente sont surtout des aldéhydes.

1° On fait agir successivement sur les albuminoïdes une solution alcoolique d'aldéhyde benzylique et une solution de sulfate de fer à laquelle on a ajouté quelques gouttes d'acide sulfurique. On obtient avec l'ovoalbumine, la sérine, l'albumine végétale, la caséine et la fibrine du sang, une coloration bleue intense; avec la légumine, une coloration d'un rouge violet; avec la fibrine végétale, une faible coloration vert bleuâtre.

Ce réactif est toutefois moins sensible que l'acide xanthoprotéique et le réactif de Millon.

2° On emploie dans les mêmes conditions que l'aldéhyde précédente l'aldéhyde salicylique. L'ovoalbumine, la séroalbumine, l'albumine végétale, la fibrine du sang et la caséine se colorent en bleu-violet, la légumine en brun-violet, la fibrine en jaune brun. La réaction, assez sensible, permet de reconnaître une partie d'ovoalbumine dans 6000 parties d'acide sulfurique étendu, ou dans 3000 parties d'eau.

3° Dans les mêmes conditions encore que les précédentes, l'aldéhyde anisique colore en rouge, puis en violet la caséine, l'ovoalbumine et l'albumine végétale. La fibrine du sang prend une coloration bleu sombre; la légumine, brun-violet; la fibrine végétale, jaune-rougeâtre. La réaction est plus rapide qu'avec les aldéhydes précédentes.

4° La vanilline a aussi une action très rapide et très vive. En présence de la solution de sulfate de fer, additionnée d'acide sulfurique, elle colore en rouge, puis en violet et en violet pâle l'ovoalbumine; en violet ou bleu-violet, l'albumine du sang; en brun-rouge, la légumine;

---

(1) Reichl et Mikosch : *Ueber Eiweissreactionen und deren mikrochemische Anwendung* (XIXe Jahresbericht der K.K. Oberrealschule zu Wien. 1890.)

en violet pâle, la fibrine végétale chauffée au bain-marie; en bleu-violet la fibrine du sang, la caséine et l'albumine végétale.

Ces réactions se produisent, du reste, même sans l'addition de sulfate de fer, mais la coloration est plus faible.

5° Le pipéronal, qui est l'éther méthylique de l'aldéhyde protocatéchique, est un des aldéhydes qui donnent avec les substances protéiques les plus belles colorations : bleu-violet avec l'ovoalbumine, l'albumine du sang, l'albumine végétale, la caséine et la fibrine du sang; brun-violet avec la légumine; violet pâle avec la fibrine végétale. Sans sulfate de fer, il se produit encore des colorations, mais un peu différentes des précédentes.

6° L'aldéhyde cuminique, essayé par MM. Reichl et Mikosch, est un mauvais réactif; outre que la réaction est peu rapide, les colorations produites avec les diverses albumines sont peu distinctes.

7° L'aldéhyde cinnamique ne donne pas de meilleurs résultats : la réaction est assez rapide, mais les colorations diffèrent peu entre elles.

8° Tous les aldéhydes précédents appartiennent à la série aromatique; parmi les aldéhydes non aromatiques, beaucoup, tels que l'aldéhyde acétique, l'aldéhyde butyrique, l'aldéhyde valérianique, ne produisent pas de colorations.

Le furfurol, toutefois, en présence du sulfate de fer et de l'acide sulfurique, colore en violet l'ovoalbumine; en rouge-violet, puis en gris-bleu l'albumine végétale; en brun, puis en bleu, la fibrine du sang; en jaune-brun, puis en gris-bleu, la caséine; en jaune, la fibrine végétale; en brun, la légumine.

Mais la réaction est peu sensible, et la coloration disparaît peu à peu; comme, en outre, beaucoup de composés autres que les substances protéiques se colorent avec le furfurol, ce corps n'est pas à compter au nombre des réactifs intéressants des albumines.

9° Parmi les substances qui ne sont pas des aldéhydes, MM. Reichl et Mikosch ont étudié l'eugénol et l'eau oxygénée.

L'eugénol paraît être le seul phénol qui donne avec les albuminoïdes des réactions colorées. Avec addition de la solution de sulfate de fer et d'acide sulfurique, on obtient une coloration verte si c'est de la caséine, de la fibrine du sang, de l'ovoalbumine, de la sérine ou de l'albumine végétale; une coloration jaune-rougeâtre, si c'est une fibrine végétale; et une coloration brune si c'est de la légumine. Toutes ces colorations passent au brun rouge si on chauffe trop longtemps.

Enfin l'eau oxygénée, en présence de l'acide sulfurique concentré, donne les colorations suivantes : rouge-violet avec l'ovoalbumine, la sérine, l'albumine végétale et la caséine; rouge-brun avec la fibrine du sang; rouge plus pâle avec la légumine; et blanc-rougeâtre avec la fibrine végétale.

L'eau oxygénée joue évidemment ici le rôle de corps oxydant, qui était joué par le sulfate de fer, dans les réactions précédentes avec les aldéhydes.

En résumé, on voit que les aldéhydes aromatiques ont essentiellement la propriété, en présence d'un corps de condensation, comme l'acide sulfurique ou l'acide chlorhydrique, et d'un oxydant, de donner des réactions colorées avec les albumines.

Ces réactions sont surtout très nettes avec l'aldéhyde benzylique (du bleu-gris eu bleu), avec l'aldéhyde salicylique (du violet au bleu), avec le pipéronal (bleu pâle), avec la vanilline (du violet au bleu pâle), et avec l'aldéhyde anisique (du violet au bleu violet).

Les phénomènes de coloration sont au contraire beaucoup moins intenses avec le cuminol et avec l'aldéhyde cinnamique, et surtout avec l'eugénol et avec l'eau oxygénée.

Nous avons vu d'ailleurs que, pour tous ces réactifs, il faut tenir compte aussi de la nature de l'albuminoïde, car un même réactif n'agit pas sur toutes les substances protéiques avec une égale intensité, ni avec une égale rapidité. Les meilleurs réactifs, à ce point de vue, parmi ceux que MM. Reichl et Mikosch ont signalés, sont l'aldéhyde anisique, le pipéronal et la vanilline; viennent en seconde ligne, l'aldéhyde benzylique et l'aldéhyde salicylique; au dernier rang, l'aldéhyde cinnamique, le cuminol, le furfurol, l'eugénol et l'eau oxygénée.

Mais il est à remarquer que ce classement, établi d'après l'action de ces corps *en macrochimie*, ne correspond pas à celui qu'on peut maintenant établir en rangeant les mêmes réactifs d'après l'intensité de leur action *en microchimie*.

A cet autre point de vue, ce sont l'aldéhyde anisique, l'aldéhyde salicylique, l'aldéhyde cinnamique et la vanilline qui doivent être cités les premiers; les autres ne donnent, au microscope, que des colorations faibles, peu caractéristiques.

Avec les premiers, MM. Reichl et Mikosch ont opéré de la manière suivante : les préparations (coupes de tiges, de racines ou de graines) étaient laissées pendant vingt-quatre heures dans la solution d'aldéhyde, puis transportées, sur le porte-objet, dans une goutte d'acide sulfurique additionnée de sulfate de fer.

Par ce procédé, le cytoplasme des cellules jeunes de Maïs, de Fève, de Haricot, de Potiron, etc., se colore avec intensité, ainsi que le dermatoplasme, c'est-à-dire le protoplasme de la membrane.

Au contraire, le cytoplasme des tissus âgés, ainsi que le chromatoplasme et le nucléoplasme(1) ne se colorent pas; et il faut observer

---

(1) Au sujet de ces différences de coloration des divers éléments du contenu cellulaire, nous pouvons signaler ici le travail récent de M. Zacharias (*Ueber Chromatophilie*. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Mars 1893).

L'auteur rappelle que, si l'on traite successivement un même tissu par certaines matières colorantes rouges et bleues, il est des parties de la cellule que ce résultat concorde avec celui obtenu par Sachs au moyen du réactif de Biuret.

Il y a pourtant très probablement, parmi ces substances qui restent incolores, des albuminoïdes, mais ces albuminoïdes sont représentés par des composés qui, comme les fibrines, ne se colorent que très difficilement.

A l'état cristallin, les substances albuminoïdes se rencontrent surtout, comme on sait, dans les leucites.

Cependant on trouve aussi des cristalloïdes protéiques soit dans le protoplasme, soit dans le noyau; et ce mode de localisation des albuminoïdes cristallisés, en dehors des leucites, serait même, d'après les recherches de M. ZIMMERMANN (1), plus fréquente qu'on ne le croyait jusqu'alors.

La méthode qui a permis à M. Zimmermann d'observer la présence certaine de cristalloïdes dans des régions et dans des plantes où on ne l'avait pas encore constatée est un procédé de coloration des plus simples : après avoir fixé les coupes par le sublimé, on les traite par la fuchsine acide.

Après lavage, il n'y a que les cristalloïdes protéiques, et des granules sur la nature desquels nous reviendrons plus loin, qui restent colorés; chromoleucites, suc cellulaire, nucléoles se décolorent. Reste donc seulement à distinguer les granules des cristalloïdes protéiques; on y arrive facilement par l'emploi de l'acide nitrique, qui fixe les granules, tandis qu'il dissout les cristalloïdes ou empêche leur coloration.

C'est en usant de ces deux procédés que M. Zimmerman a pu découvrir, soit dans le noyau, soit dans le suc cellulaire d'un assez grand nombre de plantes, Cryptogames et Phanérogames, des cristalloïdes protéiques qui n'y avaient pas encore été signalés.

Chez les Fougères, ce sont surtout les Polypodiacées qui présentent des cristalloïdes inclus dans le noyau. Dans la feuille, ces cristalloïdes se trouvent soit dans toutes les cellules vivantes (*Polypodium cæspitosum*), soit seulement dans des tissus déterminés, principalement alors dans le tissu lacuneux, plus rarement dans l'épiderme.

qui se colorent en rouge (parties érythrophiles) et d'autres en bleu (parties cyanophiles).

Or, les observations de M. Zacharias, faites, avec un mélange de bleu de méthylène et de fuchsine, sur les cellules végétales, confirment l'opinion de MM. Rosen et Hertwig qui ont surtout opéré sur les tissus animaux. La propriété de prendre les substances bleues dépend essentiellement de la teneur en nucléine.

Les corps qui bleuissent sont généralement riches en cette substance; ceux qui ne contiennent pas de nucléine préfèrent le rouge.

(1) Zimmermann : *Beitrage zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle.* 1890-1893. — Au sujet des cristalloïdes protéiques des Cryptogames vasculaires, voir aussi Poirault : *loc. cit.*

Les cellules de l'indusie, du pétiole, de la paroi du sporange peuvent aussi en contenir; mais les prothalles semblent en être toujours dépourvus.

Chez les Phanérogames, les cristalloïdes protéiques du noyau ont été observés par M. Zimmermann dans quarante-sept espèces appartenant à dix familles.

Parmi ces quarante-sept espèces se trouvent des plantes les plus différentes entre elles à tous points de vue; il est à remarquer toutefois que beaucoup appartiennent aux Scrofularinées; très peu, au contraire, aux Labiées.

Chez la plupart, tous les tissus, sans exception, renferment de ces cristalloïdes protéiques inclus dans le noyau; ce n'est que dans quelques-unes que les cristalloïdes sont limités à des tissus ou à des organes déterminés, tels que les parois de l'ovaire avant la maturité, l'épiderme ou le parenchyme en palissade des feuilles, ou encore les éléments parenchymateux de la tige et de la racine.

Tous ces cristalloïdes sont, du reste, de forme et de grosseur très variables suivant les espèces; ils sont tantôt prismatiques, tantôt octaédriques, tantôt encore de forme irrégulière. Très gros dans les feuilles du *Melampyrum arvense*, ils sont très petits dans les feuilles du *Digitalis grandiflora*.

Dans tous les cas, au moment de la caryokinèse, ils sortent du noyau et passent dans le cytoplasme; puis, plus tard, de nouveaux cristalloïdes apparaissent dans les deux noyaux-filles.

Les cristalloïdes protéiques sont beaucoup plus rares dans le suc cellulaire et dans le cytoplasme que dans le noyau. On ne les a guère observés jusqu'ici, en dehors des Cryptogames vasculaires et des Tallophytes, que dans le *Solanum tuberosum*, le sac embryonnaire de quelques Cycadées, l'écorce d'*Abies pectinata* et *Nordmannia*, la tige de différents *Epiphyllum*, les feuilles d'*Oncidium microchilum* et de *Pothos scandens*.

M. Zimmermann signale cinq cas nouveaux : la feuille de *Vanda furva*, la feuille de *Trichopilia tortilis* (épidermes), la feuille et l'épiderme de l'ovaire de *Gratiola officinalis*, le parenchyme lacuneux de la feuille de *Passiflora cœrulea*, le parenchyme palissadique de la feuille de *Nuphar advena*.

Ajoutons, en terminant, au sujet de ces cristalloïdes protéiques, que tous, quelle que soit leur position dans la cellule, semblent se former ou disparaître indépendamment de l'action de la lumière. C'est ce qu'établissent les recherches de M. Stock (1) qui démontrent : 1° que la production de ces cristalloïdes dépend étroitement de la nutrition; 2° que, dans les parties âgées de la plante, ou dans les feuilles qui vont tomber, ces mêmes corps disparaissent peu de temps avant la mort.

---

(1) G. Stock : *Ein Beitrag zur Kenntniss der Proteinkrystalle.* (Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen. 1892.)

Quant à leur production, elle dépend étroitement de la nutrition.

Toujours dans la même série de mémoires dont nous avons déjà plusieurs fois parlé et à l'étude des cristalloïdes protéiques, M. Zimmermann décrit quelques faits nouveaux concernant les différentes catégories de leucites : leucoleucites, chromoleucites et éléoleucites.

A propos des leucoleucites, l'auteur attire l'attention sur la présence, dans ces corps, de granulations, bien différentes de la masse fondamentale des leucites et qu'on ne semble cependant pas encore avoir remarquées jusqu'ici.

Ces granulations, bien visibles, par exemple, dans les leucoleucites de l'épiderme supérieur des feuilles de *Tradescantia*, sont désignées par M. Zimmermann sous le nom de *leucosomes*.

Ces leucosomes, — qui ne sont pas des produits artificiels formés sous l'influence des réactifs, car on peut les observer sur les feuilles vivantes — sont en nombre et de grosseur variables dans les différents leucites.

Ce ne sont certainement pas des corps amylacés, non plus que des gouttelettes d'huile, car il suffit de chauffer les leucoleucites pour rendre toute la masse homogène. Ils ne renferment pas de tannin, car ils ne noircissent pas par l'acide osmique. Toutes les réactions prouvent qu'ils sont composés de matières protéiques, comme la masse fondamentale du leucite.

Afin de les mieux étudier, M. Zimmermann a cherché à les fixer et à les colorer.

La fixation est un peu plus difficile que celle du noyau, car la fine structure du leucite s'altère rapidement. Cependant la solution de sublimé donne de bons résultats. Et les leucosomes ainsi fixés prennent une coloration rouge intense, lorsqu'on les traite par la solution de fuchsine acide, après laquelle on fait agir une solution d'acide picrique, puis l'alcool absolu.

M. Zimmermann a ainsi trouvé de ces leucoleucites à leucosomes dans l'épiderme, dans le collenchyme et dans le tissu conducteur de la feuille et de la tige, chez le *Tradescantia albiflora*, le *Tradescantia discolor*, le *Zebrina pendula*, le *Spironema fragrans*.

Les leucoleucites, toutefois, sont homogènes dans certaines autres espèces de *Tradescantia* et dans les *Commelyna*. La présence des leucosomes n'est donc pas constante. Ce ne sont, dans les leucoleucites, que des corps accessoires, et dont la fonction est encore indéterminée. M. Zimmermann a remarqué seulement que leur formation est indépendante de la lumière, et, au contraire, en rapport étroit avec la plus ou moins grande abondance d'azote. Ce sont des résultats à rapprocher de ceux obtenus par M. Stock au sujet des cristalloïdes protéiques.

— Les chromoleucites ont été étudiés par M. Zimmermann dans les feuilles chlorotiques et dans les feuilles panachées.

Dans les feuilles chlorotiques, les chromoleucites sont de grosseur et de coloration très variables suivant le degré de chlorose et l'espèce de plante. Si, par l'apport de fer, la chlorose diminue, les chromoleucites, qui étaient petits et peu nombreux, se multiplient, s'accroissent et prennent une coloration plus intense. En même temps, leurs fonctions deviennent plus actives; dans le cas de chlorose moyenne, en effet, les chromoleucites non seulement n'assimilent pas, mais encore sont incapables de transformer en amidon le sucre apporté de l'extérieur. A ce point de vue, ils se distinguent à la fois des chloroleucites ordinaires, des leucoleucites et aussi des chromoleucites des feuilles panachées.

Chez ces derniers, la propriété de former de l'amidon ne semble jamais disparaître, quel que soit le degré d'albinisme. Cependant, sous les autres rapports, les chromoleucites des feuilles panachées se rapprochent des chromoleucites des feuilles chlorotiques; ils sont, de même, plus petits que les leucites normaux, leur grosseur et leur coloration variant entre de grandes limites.

Ce n'est que dans les régions tout à fait blanches des vieilles feuilles que les chromoleucites manquent complètement.

— L'albinisme — en dehors, bien entendu, des cas pathologiques, ou des cas où il est dû à des poils ou à des couches d'air interposées —, n'a donc pas pour cause, en général, une absence de chromoleucites, mais seulement une altération et une diminution du nombre de ces corps.

— Sous le nom d'éléoleucites, on sait qu'on désigne des leucites dont les inclusions sont formées de gouttelettes d'huile.

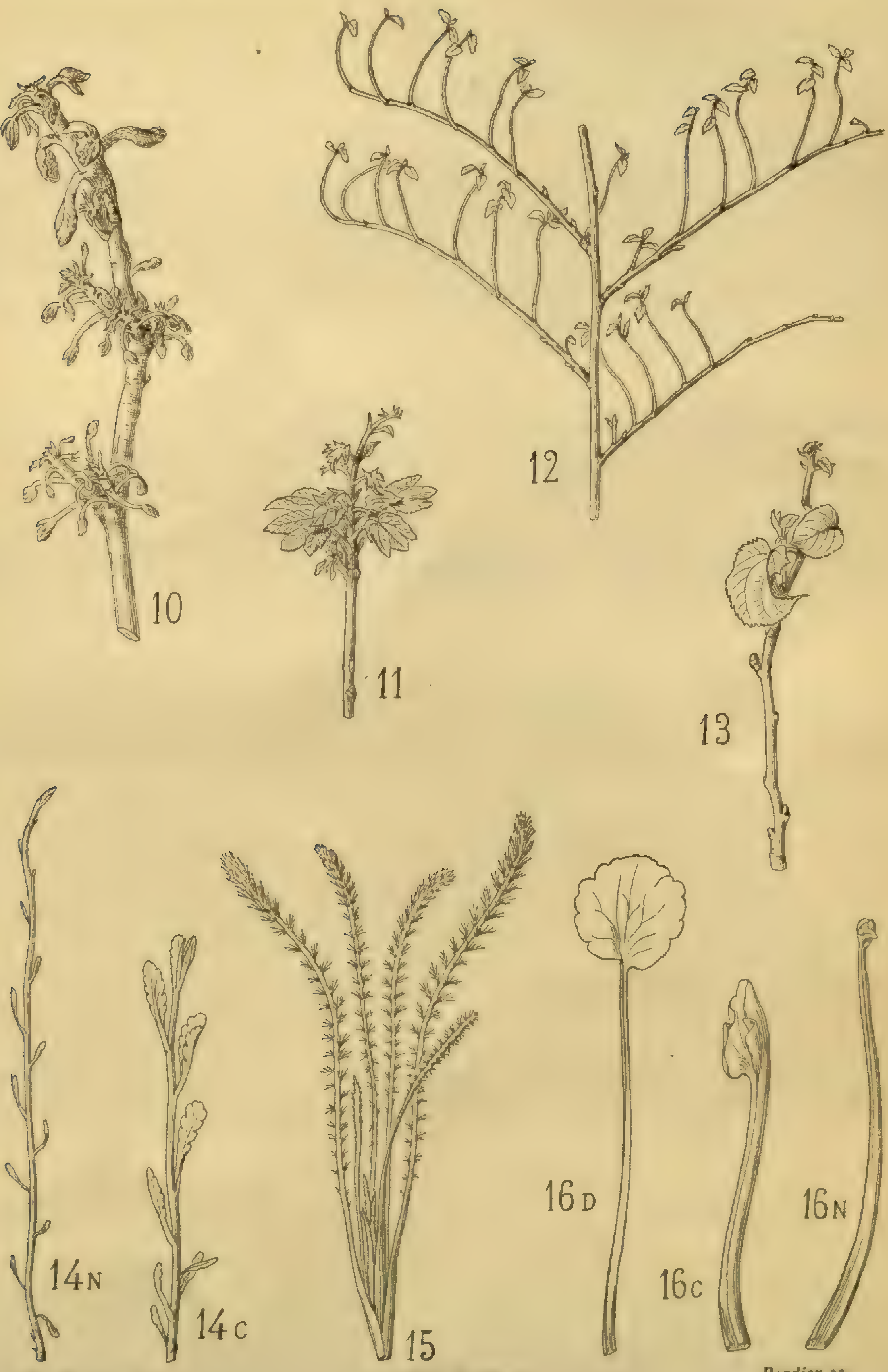
Ces éléoleucites ont été signalés par M. Wakker dans les feuilles de *Vanilla planifolia.*

M. Zimmermann a retrouvé des leucites analogues dans le périanthe et dans l'ovaire de diverses espèces de *Funkia,* dans le périanthe du *Dracæna*, et de l'*Ornithogalum scilloides*, dans les feuilles et dans les racines de l'*Agave americana* et dans les racines de l'*Oncidium mitis*.

Dans ces diverses plantes l'auteur a étudié ces éléoleucites. Partout ils se présentent comme des corps très réfringents, un peu jaunâtres, de structure finement granuleuse, plus ou moins sphériques, et très souvent réunis en grappes. Leur structure finement granuleuse paraît être due à ce qu'ils renferment de petits noyaux très réfringents.

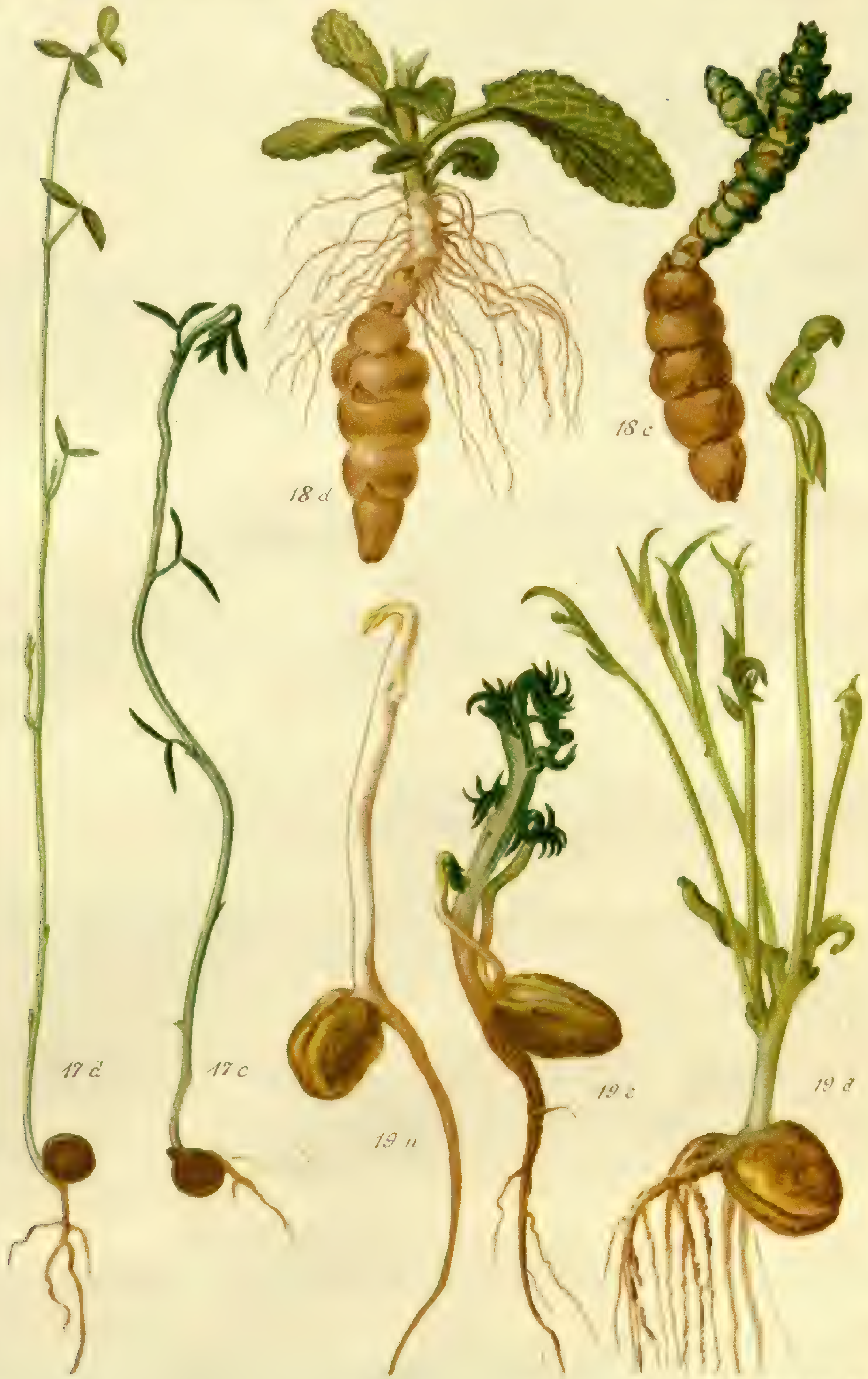
(*A suivre*). HENRI JUMELLE.

Le Gérant, Th. Clerquin.


10
11
12
13
14 N
14 C
15
16 D
16 C
16 N

B. Herincq del. *Imp. Le Bigot.* *Bordier sc.*

Æsculus (10) ; *Acer* (11) ; *Ulmus* (12) ; *Tilia* (13) ; *Leucanthemum* (14 N, 14 C) ; *Achillea* (15) ; *Ranunculus asiaticus* (16 D, 16 C, 16 N).


17 d
17 c
18 d
18 c
19 a
19 c
19 d

E. Herm ad nat. Margelidon lith.

Cultures comparées
à la lumière électrique continue et à la lumière discontinue.

Imp. Justribue Paris

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les six premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de 20 *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des six premiers volumes de la
Revue générale de Botanique :

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — Bornet : *Ectocarpus fulvescens.* — Guignard : Anthérozoïdes. — Bonnier : Végétation de la vallée de Chamonix ; Lichens et protonémas des Mousses; Renonculacées de la Flore de France. — Jumelle : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Développement des plantes annuelles. — Kolderup-Rosenvinge : Organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — De Planta : Crosnes du Japon. — De Saporta : Palmiers fossiles. — Dupray : Nouvelle espèce de *Spirogyra.* — Prillieux : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — Dufour : Nouvelle espèce de Chanterelle; Gravure photographique; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — Trabut : *Abies numidica.* — Seignette : Les tubercules. — Costantin : *Alternaria* et *Cladosporium.* — Poulsen : Phanérogame sans chlorophylle. — Masclef : Hellébores.

Revues : Anatomie (Leclerc du Sablon); Champignons (Costantin); Technique (Dufour); Lichens (Hue); Plantes de l'Asie (Franchet); Physiologie végétale (Jumelle); Paléontologie végétale (de Saporta).

Tome II. — *(616 pages, 25 planches et 203 figures dans le texte).* — **Battandier** et **Trabut** : *Pancratium Saharæ.* — **Curtel** : Transpiration et assimilation pendant les nuits norvégiennes. — **Flot** : Structure de la tige des arbres. — **Heckel** : Nouvelle espèce de l'Afrique. — **Lesage** : Feuilles des plantes maritimes. — **Bonnier** : La vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. — **Daguillon** : Feuilles des Conifères. — **Russell** : Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; *Vicia sepium.* — **Jumelle** : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration. — **Brandza** : Hybrides. — **Leclerc du Sablon** : Sommeil des feuilles. — **Aubert** : Acides organiques chez les plantes grasses. — **de Lagerheim** : Un parasite de la Vigne. — **Daniel** : Tannin des Composées. — **Franchet** : Bambusées à étamines monadelphes. — **Poulsen** : Grains d'aleurone

Revues : Algues (**Flahault**) ; Botanique forestière (**Henry**) ; Paléontologie végétale (**de Saporta**) ; Physiologie et Chimie végétales (**Jumelle**) ; Lichens (**Hue**) ; Anatomie (**Leclerc du Sablon**) ; Bactéries et fermentations (**Boutroux**) ; Plantes de la France (**Masclef**).

Tome III. — (*560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte*). — **Brandza** : Téguments de la graine. — **Russell** : Ascidies de Chou. — **Devaux** : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — **Bordet** : *Carex.* — **Aubert** : Appareil de MM. **Bonnier** et **Mangin** pour l'analyse des gaz. — **Viala** : Maladie des greffes boutures ; Maladie des raisins. — **Prunet** : Perforation des Pommes de terre par le Chiendent. — **Fayod** : Structure du protoplasma. — **Jumelle** : Assimilation et transpiration chlorophylliennes. — **Daniel** : Influence du drainage et de la chaux. — **Bastit** : Tige et feuille des Mousses. — **Conway Macmilian** : Plantes européennes introduites dans le Minnesota. — **Trabut** : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; *Riella.* — **Daniel** ; Racines napiformes transitoires. — **Costantin** : Culture des Basidiomycètes. — **Magnin** : *Cyclamen europæum.*

Revues : Plantes de la France (**Masclef**) ; Champignons (**Costantin**) ; Physiologie et chimie végétales (**Jumelle**) ; Technique (**Dufour**).

Tome IV. — (*588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte*). — **Trabut** : *Quercus Mirbeckii.* — **Masclef** : *Pteris aquilina* sur le calcaire. — **Russell** : Inflorescence mâle du Noyer. — **Jumelle** : Recherches physiologiques sur les Lichens. — **Dewèvre** et **Bordage** : Mouvements des végétaux. — **Leclerc du Sablon** : Tubercules des Equisétacées ; Maladie du Platane. — **Prunet** : Plantes et insectes. — **Hervier** : Plantes d'Espagne. — **Bonnier** : Réviviscence des plantules desséchées ; Variations de pression dans la Sensitive. — **Aubert** : Respiration et assimilation des plantes grasses. — **de Janczewski** : *Anemone.* — **Jacob de Cordemoy** : Liliacée exotique. — **Costantin** et **Dufour** : La Môle. — **Giard** : *Lachnidium acridiorum.* — **de Lamarlière** : Les feuilles à l'ombre et au soleil.

Revues : Physiologie et chimie végétales (**Jumelle**) ; Lichens (**Hue**) ; Anatomie (**Prunet**) ; Bactéries et fermentations (**Boutroux**) ; Plantes de la France (**Masclef**).

Tome V. — (*544 pages, 22 planches et 241 figures dans le texte*). — **Duchartre** : *Rosa sericea.* — **Bonnier** : Transmission de la pression à travers les plantes ; Alphonse de Candolle. — **Boudier** : Tubercules pileux de certains Agarics. — **Prunet** : Tubercules de la Pomme de terre. — **Russell** : Sur les pelotes marines. — **Costantin** : Convergence des formes conidiennes. — **Naudin** : Fécondation des *Phœnix.* — **Mesnard** : Pureté de certaines essences végétales. — **Warming** : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — **De Lamarlière** : Développement de quelques Ombellifères. — **Magnin** : Végétation des lacs du Jura. — **Jaccard** : La pression des gaz et le développement des végétaux. — **Briquet** : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — **Boulanger** : *Matruchotia varians.* — **Palladine** : Respiration des feuilles vertes et étiolées. — **Leclerc du Sablon** : Anatomie de la tige de la Glycine. — **Lothelier** : Les plantes à piquants. — **Costantin** et **Dufour** : Action des antiseptiques sur la Môle.

Revues : Lichens (**Hue**) ; Algues (**Flahault**) ; Paléontologie végétale (**de Saporta**) ; Botanique forestière (**Henry**) ; Bactéries et fermentations (**Boutroux**).

Tome VI. — *(544 pages, 21 planches et 57 figures dans le texte).* — **Daniel** : La greffe ; Applications de la greffe herbacée. — **Prunet** : Propagation du Pourridié. — **Flot** : Procédés de micrographie. — **Houlbert** : Propriétés optiques du bois. — **Mesnard** : Parfums des plantes. — **Devaux** : A. Merget. — **Mer** : Chaudron de Sapin. — **Naudin** : Littoral de la Provence. — **Palladine** : Rôle des hydrates de carbone dans la résistance à l'asphyxie. — **Trabut** : *Marsilia* ; *Œdomyces leproides.* — **De Saporta** : *Rhizocaulon.* — **Prunet** : Répartition des engrais. — **Costantin** et **Matruchot** : Vert-de-gris, Plâtre et Chanci. — **De Lamarlière** : Espèces nouvelles de Sphériacées. — **Lund** : Dessiccation et respiration des tubercules. — **Hy** : Inflorences. — **Dufour** et **Hickel** : Ennemis du Pin. — **Bazot** : Géographie botanique de la Côte-d'Or. — **Bonnier** : P. Duchartre ; Plantes arctiques et plantes alpines.

Revues : Bactéries et fermentations (**Boutroux**) ; Algues (**Flahault**) ; Physiologie et chimie végétales (**Jumelle**) ; Lichens (**Hue**) ; Champignons (**Costantin**).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SEPTIÈME

Livraison du 15 Novembre 1895

N° 83

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4
—
1895

LIVRAISON DU 15 NOVEMBRE 1895

I. — NOTE SUR LA CULTURE DE LA *PIETRA FUNGAIA* (avec planche), par **M. J. Costantin** 433

II. — ÉTUDE SUR LA FLORE MARITIME DU GOLFE DE GASCOGNE, par **M. L. Géneau de Lamarlière**. 438

III. — ÉTUDES DE GÉOGRAPHIE BOTANIQUE A PROPOS DES PLANTES DE LA CÔTE-D'OR, par **M. Bazot**. 447

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE TÉRATOLOGIE ET DE PATHOLOGIE VÉGÉTALES, parus dans les années 1892, 1893 et 1894, par **M. M. Molliard**. 465

V. — REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES, parus de Juin 1891 à Août 1893 (avec figures dans le texte), par **M. H. Jumelle** *(fin)*. . 476

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 17. — *Pietra fungaia.*

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

NOTE

SUR LA

CULTURE DE LA « PIETRA FUNGAIA »

Par M. J. COSTANTIN.

Quand on analyse avec soin les documents qui se trouvent dans les ouvrages anciens et modernes ayant trait à la culture des champignons, on y rencontre presque toujours un mélange regrettable d'observations intéressantes et d'opinions manifestement erronées. Il en résulte que tout est à revoir dans ce domaine de la science : ce travail de révision s'impose et l'on ne saurait trop engager les expérimentateurs à l'entreprendre.

C'est ce qui m'a conduit à vérifier, par moi-même, les propriétés de la *pietra fungaia*, ou pierre à Champignon des Italiens (*lapis lyncurius* d'Hermolaus et des anciens), dont parlent beaucoup d'auteurs presque toujours par ouï-dire.

J'ai pu obtenir ce produit grâce à l'extrême obligeance de M. Dorn, directeur de la Station zoologique de Naples, qui l'a adressé pour moi à M. Houssay, et grâce à M. Chauveaud, qui a eu recours à la bienveillance de M. Marey, membre de l'Institut. Qu'il me soit permis d'adresser ici à ces Messieurs tous mes remerciements pour leurs envois.

Il ne semble pas, d'après les difficultés qui ont été rencontrées pour avoir cette pierre, qu'on se la procure très aisément, même à Naples; elle ne fait certainement pas l'objet d'un commerce comparable, même de très loin, à celui du blanc du Champignon de couche.

Cette *pietra fungaia* se présente sous forme d'une masse grossièrement arrondie (fig. 1 et 2, pl. 17), d'une couleur brun noirâtre rappelant au premier aspect un morceau de terre; sa surface est irrégulièrement plissée, ondulée; sa consistance, assez ferme, est plutôt comparable à celle du bois un peu pourri qu'à celle de la pierre. Si l'on vient à scier l'un de ces blocs (fig. 2), la couleur de la section est brune, et l'on y remarque de place en place des débris de bois, des fragments de terre, de pierre ou de charbon ; la partie superficielle de la région coupée présente un bord blanc ; c'est surtout en cet endroit que se trahit la nature fungique de la masse ; un scalpel qui entame la peau molle et plissée qui recouvre la substance, met donc à nu le feutrage blanc du champignon.

Le poids de ces blocs est variable ; ceux que j'ai observés pesaient entre 2 et 5 kilogrammes (1).

Voici comment j'ai opéré pour faire passer cette pierre à champignon à l'état de vie active. J'ai divisé à la scie un morceau en fragments de 500 à 600 grammes, ayant chacun deux faces lisses produites par l'instrument tranchant ; deux de ces petits blocs ainsi taillés furent placés dans des pots de terre que j'achevai de remplir avec un mélange de terre franche et de terreau. Ces deux vases furent transportés le 20 décembre 1894 dans une serre dont la température variait, pendant le jour, entre 15 et 17° et descendait la nuit vers 12°. L'un de ces pots fut d'abord maintenu découvert, tandis que le second était couvert d'une cloche de verre, mais bientôt je constatai l'utilité de la cloche pour le premier.

Pendant près de deux mois, aucune fructification ne se montra sur ces deux fragments de pierre à Champignon. Vers le milieu de février, des ébauches d'organes reproducteurs apparurent : c'étaient de petits cônes très pointus qui se dressaient sur le substratum, tels que celui qui se voit sur la figure 3, *c*, pl. 17. Pendant un temps assez long, plusieurs semaines, le développement parut s'arrêter ou se fit avec une extrême lenteur ; puis, tout à coup, vers le milieu de mars 1895, la fructification prit tout son développement, en très peu de temps les chapeaux se formèrent et atteignirent 10 à 12 centimètres de diamètre, le pied ayant 25 millimètres d'épaisseur (fig. 3, pl. 17).

Les *Polyporus tuberaster* ainsi développés étaient bien à l'état adulte, car ils projetèrent leurs spores avec la plus grande abondance. La couleur du chapeau à ce moment est jaune ocracé pâle, sa surface est mouchetée et infundibuliforme ; les tubes sont décurrents sur le pied ; ces deux dernières parties sont blanches.

---

(1) Micheli rapporte qu'on en rencontre pesant jusqu'à 100 livres.

Dans chaque pot de terre, une seule fructification parvint à l'état adulte, des ébauches coniques (fig. 3, *c*, pl. 17) qui se trouvaient à côté, s'arrêtèrent dans leur croissance et s'atrophièrent.

Depuis quelques jours, les Polypores étaient à l'état adulte, lorsque je vis apparaître au voisinage du pied une sorte de moisissure blanche, comme si les spores tombées avaient germé sur place. Il n'en était rien, le Champignon était attaqué par un parasite microscopique qui s'est révélé comme un *Diplocladium* donnant en cultures non seulement la forme conidienne caractéristique de ce genre, mais des bulbilles d'un pourpre noirâtre plus petits qu'une tête d'épingle.

Cette moisissure arrêta ainsi cette première sortie des champignons; les Polypores se flétrirent, puis la croûte se dessécha et la culture parut s'arrêter.

Au mois de mai se manifesta de nouveau la vitalité de la pierre, et de nouveaux Champignons se montrèrent encore sur chaque vase. Les champignons de cette seconde volée étaient adultes le 28 mai.

Les blocs de *pietra fungaia*, depuis cette époque, sont rentrés dans leur période de vie ralentie, car ils n'ont plus été arrosés, mais ils paraissent parfaitement aptes à fournir encore de nouveaux Champignons. Je me propose de continuer cette étude et de voir combien de temps durera leur fertilité. On sait que le mycelium de certains champignons est susceptible de se maintenir vivant et capable de fructifier pendant un certain nombre d'années. J'ai, depuis cinq ans, dans le jardin de mon laboratoire, une souche que j'ai fait arracher et transporter à l'ombre, qui me donne chaque année deux récoltes de *Polyporus squamosus* (1). Transportée dans une serre, cette souche donnerait probablement plus de deux récoltes par an, mais la vitalité du mycelium s'épuiserait probablement avec plus de rapidité.

Comment, pendant cette culture, se sont comportées les masses fungiques dans la terre? Quand les morceaux de pierre à champignon furent mis dans le sol, la surface des sections faites avec la scie était unie ; après l'expérience, on remarque que ces régions, lisses à l'origine, sont devenues comme chagrinées, plissées elles ont pris, en un mot, les caractères de la surface externe, mais les ondulations sont beaucoup moins accusées. Il s'est donc produit sur ces surfaces une sorte de travail de cicatrisation, un léger accroissement du mycelium ; mais, en somme, cet accroissement est presque négligeable et il ne semble pas, au moins avec la terre que j'ai employée, que le mycelium se propage dans le sol. En serait-il autrement si le sol avait été ce tuf calcaire, dans lequel croît le *Polyporus tuberaster* ? (1) Est-ce ainsi que les Napolitains fabriquent la pierre à champignon ? La fabriquent-ils ou ne se contentent-ils pas de ramasser celle qui pousse spontanément dans la nature ? A toutes ces questions je ne saurais répondre, car je n'ai pu jusqu'ici me procurer de renseignements sur ces points intéressants.

---

(1) Bull. de la Soc. myc., 1894, X, p. 102 (Sur la culture du *Polyporus squamosus*).

En tous cas, il ne semble pas, même s'il existe des procédés empiriques pour multiplier la pierre à Champignons, que cette propagation soit ou puisse être bien étendue, étant donné ce qui a été dit plus haut relativement aux difficultés rencontrées pour avoir cette substance.

Or, la multiplication indéfinie de la *pietra fungaia* serait un des points essentiels pour la vulgarisation de la culture de cette espèce. Il n'y a pas lieu de renoncer à l'espoir de résoudre ce problème, car je suis arrivé à faire germer les spores du *Polyporus tuberaster* et j'ai le blanc de ce Champignon comme celui du *Psalliota campestris* en culture pure. Il faudrait faire un pas de plus et transplanter ce blanc dans une terre pierreuse et ligneuse, semblable à celle où le Polypore pousse spontanément. Je n'ai pas encore pu avoir ce substratum, mais je cherche en ce moment à m'en procurer.

Si ce problème était résolu, nous pourrions, dès aujourd'hui, comprendre quels seraient les avantages et les inconvénients de la culture du *Polyporus tuberaster* comparés à ceux que peuvent présenter la culture du Champignon de couche.

Le grand avantage, il me semble, que présente la pierre à Champignon dans cette comparaison, c'est qu'*elle donne sa récolte sans aucune manipulation* : fumier et terre à gobter se trouvent supprimés et, en même temps, tous les embarras et toutes les difficultés du mode de fabrication et de traitement de ces substances. Les particuliers pourraient donc très simplement avoir chez eux, surtout à la campagne, loin des centres, leur culture de Champignons.

---

(1) Une expérience due à M. le comte de Borel (?) et rapportée par M. l'abbé Moyen (Les Champignons, p. 235), paraît répondre affirmativement à cette demande, mais l'exposé est loin d'être clair et cet essai doit être refait.

La culture de la *pietra fungaia* comparée à celle du Champignon de couche présente, par contre, deux désavantages : d'abord, d'exiger une température assez élevée et ce n'est guère qu'en serre qu'on peut avoir la fructification au moins dans le centre et le Nord de la France ; en second lieu, de donner une récolte assez faible, si j'en juge d'après les résultats que j'ai obtenus. Il est vrai que si l'on arrivait à fabriquer une pierre à Champignon en partant de la spore du Polypore, on aurait probablement un blanc plus jeune et plus fertile.

Enfin, si la culture du Polypore était faite en grand, les agriculteurs auraient vraisemblablement à lutter contre le *Diplocladium* que je signalais plus haut. Les espèces de ce genre attaquent les champignons, j'ai signalé ailleurs les dégâts que l'une d'entre elles a produits dans ma culture de *Polyporus squamosus* (1) ; une autre s'attaque aux Pezizées et aux Morilles.

C'est un ennemi très analogue à la môle ou Champignon de couche. Là encore, comme pour le Champignon de couche, ainsi que cela résulte des travaux entrepris par moi avec M. Dufour et avec M. Matruchot, l'emploi d'une semence pure et d'une terre saine permettraient de se mettre à l'abri de ce danger.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 17

Fig. 1. — Aspect extérieur d'un morceau de *pietra fungaia*.

Fig. 2. — Un fragment d'un morceau de pierre à Champignon qui a été coupé en deux.

Fig. 3. — Culture d'une pierre dans un pot de terre. Le *Polyporus tuberaster* s'est développé ; en *c* on remarque une ébauche conique d'un Champignon nouveau ; dans la culture, cette ébauche de Polypore a avorté.

---

(1) Loc. cit.

ÉTUDE SUR LA FLORE MARITIME
DU GOLFE DE GASCOGNE

par M. L. GÉNEAU DE LAMARLIÈRE.

Sous le nom de Golfe de Gascogne, je comprends, avec de nombreux géographes, la portion de l'Océan Atlantique bordée par la côte qui s'étend entre l'embouchure de la Gironde et les environs du port de Santander.

Cette partie franco espagnole du littoral océanique m'a paru devoir présenter, tant à cause de son climat spécial que de la constitution particulière de ses côtes, une flore suffisamment intéressante pour mériter une étude assez approfondie.

Je me suis proposé d'abord d'examiner les caractères généraux de la flore maritime de cette fraction de la région océanique. Il m'a paru intéressant, en outre, de rechercher si les espèces maritimes communes au Nord et au Sud de la France, croissaient dans les mêmes conditions dans ces deux régions différentes, de voir, en d'autres termes, si les divisions établies dans la flore maritime du Nord de la France (1), et que j'ai retrouvées encore assez nettement sur le littoral du département de la Manche (2). avaient encore leur application, *mutatis mutandis,* sous une latitude plus méridionale.

Il était intéressant aussi de savoir si en abordant le littoral espagnol et en se trouvant dans des conditions tout à fait différentes d'orientation, la flore maritime ne changeait pas d'allure d'une manière appréciable. Restaient enfin à examiner quelques questions d'influence du sol sur la végétation.

---

(1) A. Masclef : *Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département du Pas-de-Calais*. Arras, 1886. — *Études sur la géographie botanique du Nord de la France*. Journal de Botanique, II, p. 177 et suiv. 1888 ; III, p. 89 et suiv., 1889.

(2) Géneau de Lamarlière : *Note sur la flore maritime des environs de Quinéville* (*Manche*). Bull. de la Soc. bot., T. XLI, p. 133, 1894. — *Deuxième note sur la flore maritime des côtes de la Manche*. Ibid., T. XLI, p. 612, 1894. — *Troisième note sur la flore maritime des côtes de la Manche*. Ibid., T. XLII, p. 39, 1895.

Toutes ces raisons m'ont engagé à consacrer à une étude aussi approfondie que possible de la flore maritime du Golfe de Gascogne, la subvention que le Conseil municipal de la ville de Paris m'avait accordée, sur la désignation du Comité de l'École des Hautes-Études (1).

Il me faut d'abord faire une esquisse rapide du littoral que j'ai parcouru, afin d'en donner une idée aussi exacte que possible.

Depuis l'embouchure de la Gironde, jusque un peu au-delà de celle de l'Adour, la côte est uniformément occupée par les dunes des Landes, traçant une ligne droite interrompue seulement çà et là par quelques échancrures, dont la principale constitue le bassin d'Arcachon. La station botanique des sables montrera, comme nous le verrons plus loin, une flore très spéciale. A partir de Biarritz, jusqu'à Santander, la côte est formée de falaises. Celles-ci sont interrompues seulement par l'embouchure de nombreux cours d'eau, d'importance secondaire, il est vrai, mais qui fréquemment produisent dans leurs estuaires des dépôts vaseux, qui ont aussi leur flore spéciale. Souvent, sur la côte espagnole, la rive droite des principaux cours d'eau, à leur embouchure, montre sur une certaine étendue des dépôts sableux, généralement d'une étendue assez restreinte et dus à l'action des vents du Nord-Ouest et de l'Ouest, qui dominent dans ces régions. La rive gauche, au contraire, est généralement rocheuse. On voit ce phénomène se produire à l'embouchure de la Nivelle (Saint-Jean-de-Luz), de la Bidassoa (Hendaye), de l'Urumea (Saint-Sébastien), du Nervion

---

(1) Voici par ordre géographique les localités que j'ai visitées dans mon voyage (13 juillet-17 août 1895) : Dunes et plage d'Arcachon (16-17 juillet) ; embouchure de l'Adour et dunes de la rive droite (10 août) ; falaises de Biarritz (9 août) ; falaise de Guéthary (20 juillet) et embouchure de l'Ouhabia (8 août) ; environs de Saint-Jean-de-Luz (18-22 juillet) ; embouchure de la Bidassoa, sables d'Hendaye (6-7 août) ; plage de Fontarabie et falaise du Jaizquibel au Cap Figuier (6 août) ; havre et falaises de Passages-San-Juan, embouchure de l'Oyarzun (24 juillet) ; falaise du Monte-Ulia, anse et plage de la Zurriola, embouchure de l'Urumea, falaises du Monte-Urgullo, falaise du Monte-Igueldo, aux environs de Saint-Sébastien (23-27 juillet) ; Portugalete et falaises de Santurce,plage et dunes de las Arenas, falaise d'Algorta, cours du Nervion, aux environs de Bilbao (29-31 juillet) ; golfe de Santoña, à Laredo, embouchure de l'Oriñon (5 août) ; falaises et plage de la Magdalena, plages de Sardinero, falaises du Cabo-Mayor, prairies marines entre Santander et Solares (1-4 août).

(las Arenas), de l'Ason (Laredo) et à la baie de Santander. Les falaises sont généralement basses jusqu'à l'embouchure de la Bidassoa, mais, au-delà de ce fleuve, elles sont plus élevées et dominées par des collines qui varient de 150 m. à 600 m. (Mont Jaizquibel, Mont Ulia, Mont Igueldo, Monts Mendizorrotz, etc.) et dont le pied plonge directement dans la mer.

Quant au climat, il tranche fortement sur celui des régions voisines. « Les vents humides du Nord-Ouest entretiennent dans ces contrées (Provinces basques) une température toujours égale. Les pluies y sont très abondantes, surtout aux changements de saison ; mais aucune période de l'année n'en est privée. Sur le versant atlantique des monts, la chute annuelle de la pluie est d'au moins un mètre et demi, c'est-à-dire triple de celle que l'on observe dans l'Aragon. Aussi le climat local n'a-t-il rien de la nature africaine qui domine sur les plateaux de l'intérieur et sur le rivage méditerranéen ; il ressemble beaucoup plus à celui de l'Irlande et des Pays-Bas qu'à celui de Valence et de Murcie. Grâce à l'influence de l'Océan voisin, la contrée n'a pas à souffrir de fortes chaleurs estivales ; elle ne redoute guère non plus les froids de l'hiver, car le vent marin les tempère, et les premiers monts des Pyrénées arrêtent au passage les âpres souffles du Nord et du Nord-Est. S'il n'avait le désavantage d'un excès d'humidité, le pays basque aurait un des climats les plus agréables de la terre ; du moins, est-ce l'un des plus salubres » (1).

Ailleurs, le même auteur compare le climat des Asturies à celui de la Grande-Bretagne. Il suffit d'avoir parcouru dans ces provinces les vallées verdoyantes et pleines d'une belle végétation de pommiers et d'autres arbres fruitiers des climats tempérés pour être convaincu que cette région diffère absolument de ce que l'on est convenu d'appeler le Midi. Aussi peut-on essayer de comparer avec quelque chance de trouver des points de ressemblance, la flore maritime de ces contrées, avec celles des côtes de la Manche et du Nord de la France.

Je vais maintenant passer en revue les diverses flores que présente le littoral du Golfe, en suivant l'ordre des zones adoptées dans les travaux précédemment cités.

---

(1) E. Reclus : *Géographie universelle*, I, p. 853.

I. — Zone marine proprement dite.

Cette zone, constituée par la mer elle-même, est riche en Cryptogames de la classe des Algues, mais ne donne asile qu'à un très petit nombre de Phanérogames. Dans le Golfe de Gascogne, elle n'est habitée que par quelques espèces vivant à l'état submergé. Les plus communes de ces plantes sont les *Zostera marina* et *nana*; cette dernière est déjà pourtant plus rare. Dans le bassin d'Arcachon les prairies de Zostères sont tellement rapprochées du rivage qu'elles se découvrent souvent à mer basse. J'y ai constaté la coexistence des deux espèces. Je n'ai pu savoir si toutes deux se trouvaient uniformément tout le long du littoral du Golfe, mais j'en ai vu des débris rejetés sur la plage à différents endroits.

Une troisième espèce, le *Posidonia Caulini* existe également dans le Golfe de Gascogne. Elle n'est pas indiquée dans le catalogue de M. Blanchet (1) ni dans la flore de MM. Lloyd et Foucaud (2). Mais M. Ascherson (3) dit qu'elle remonte le long des côtes du Portugal et de l'Espagne, jusqu'à Biarritz, et M. Sauvageau (4) affirme en avoir trouvé des fragments de feuilles sur le rivage à Hendaye, à l'embouchure de la Bidassoa. Elle est indiquée aussi à Castro-Urdiales, province de Santander, par Willkomm (5).

Le *Cymodocea æquorea*, commun dans la Méditerranée, ne remonte pas aussi haut au Nord ; d'après M. Ascherson, il ne dépasserait pas Cadix.

La présence du *Posidonia Caulini* dans les eaux basques établit, pour la zone marine proprement dite, une sorte de transition entre la flore océanique ou septentrionale et la flore méditerranéenne.

---

(1) Dr Blanchet : *Catalogue des plantes vasculaires du Sud-Ouest de la France*. Bayonne, 1891.

(2) J. Lloyd : *Flore de l'Ouest de la France*. 4e édition, augmentée par J. Foucaud. Nantes, 1886.

(3) Ascherson : *Die geographische Verbreitung der Seegraser*, p. 366. Anleitung zu Wiss. Beobacht. auf Reisen von Dr Neumayer. Berlin, 1875.

(4) C. Sauvageau : *Observations sur la structure des feuilles des plantes aquatiques*. Journal de Botanique. IV, p. 221, 1890.

(5) Willkomm et Lange : *Prodromus Floræ hispanicæ*. I, p. 27. Stuttgard, 1861.

II. — Zone des eaux saumâtres

Cette zone a ceci de commun avec la précédente que les plantes qui l'habitent vivent à l'état submergé. Mais la proportion de sel marin diffère absolument, et il y a toutes les transitions aux eaux douces. Elle diffère encore de la zone marine par l'irrégularité de sa distribution. Elle comprend les fossés et les marécages, où l'eau de mer, mêlée d'eau douce, séjourne constamment; mais elle est loin d'être continue, et ses localités sont relativement rares. C'est, pour ainsi dire, une zone de transition de la précédente à la suivante, celle des vases salées.

Deux espèces principales appartiennent à cette zone : ce sont les *Ruppia maritima* et *R. rostellata*. Elles paraissent assez répandues dans les eaux du littoral français. Toutefois le *R. maritima* est plus commun; c'est le contraire de ce qui se passe sur les côtes de la Manche, où il est beaucoup plus rare. Sur le littoral espagnol jusqu'à Santander, ces deux espèces n'ont pas encore été signalées. Le *R. brachypus*, qui se trouve dans la région méditerranéenne et aussi au Nord de l'Europe, n'a pas encore été trouvé dans le Golfe de Gascogne. Il en est de même de l'*Althænia filiformis*, qui abonde dans les marais salants de la Charente-Inférieure (1).

Je n'ai pu, à cause de la saison avancée, rechercher si le *Ranunculus Baudotii* existait dans la région : il n'est indiqué jusqu'ici qu'au Verdon, dans la Gironde (1), mais il est beaucoup plus répandu au nord de cette localité; ce n'est d'ailleurs qu'une forme maritime du *R. aquatilis*, ainsi que l'a démontré M. Masclef (2).

Les espèces précédentes sont quelquefois mêlées à des espèces indifférentes ou d'eau douce, lorsque la proportion du sel marin est assez faible : *Zannichellia palustris*, *macrostemon* et *dentata, Caulinia fragilis*, *Naias major* et *minor*, *Potamogeton oppositifolius, P. pectinatus, P. marinus*, etc.

Il est facile de voir, d'après ce qui précède, que la flore des eaux saumâtres sur le littoral du Golfe de Gascogne est pauvre et dépourvue d'originalité. Elle ne possède que des espèces qui lui sont communes avec les régions voisines.

---

(1) Lloyd et Foucaud : *loc. cit.*
(2) A. Masclef : *loc. cit.*

III. — ZONE DES VASES MARINES.

Cette zone, formée en majeure partie par les dépôts d'alluvions récentes que les rivières abandonnent à leur embouchure, comprend aussi les dépressions marécageuses à fond argileux ou sableux, la base des digues, les berges des rivières et des fossés, etc., en un mot tous les endroits que l'eau salée baigne à certaines époques de l'année, ou plus régulièrement à certaines heures du jour, au moment de la marée montante. Les plantes qui croissent en ces endroits ont leurs racines toujours plongées dans un sol salé, mais elles ne sont pas submergées comme celles des zones précédemment étudiées, elles sont simplement hygrophiles.

J'ai déjà indiqué plus haut les principales localités du Golfe de Gascogne où se trouvent des stations de ce genre. Voici l'étude détaillée des plus intéressantes :

1° Si l'on suit la côte méridionale de la baie de Saint-Jean-de-Luz, en se dirigeant vers le Port du Socoa, qui ferme la baie au sud, on franchit un petit ruisseau, l'Unxia, à l'embouchure duquel, sur un espace très restreint, se rencontrent un certain nombre d'espèces communes dans les vases marines : *Spergularia marginata*, *Frankenia lævis*, *Aster Tripolium*, *Glaux maritima*, *Armeria maritima*, *Statice Limonium*. *Plantago maritima*, variété *graminifolia*, *Obione portulacoides*, *Suæda maritima*, *Triglochin maritimum*, *Juncus maritimus*, *Carex extensa*. Plusieurs de ces espèces se retrouvent aussi sur la digue qui borde le ruisseau au pied des *Tamarix*. Ces plantes forment par leur ensemble une petite flore caractéristique, dont tous les éléments, sans être absolument spéciaux à ce genre de station, donnent une physionomie particulière à la localité.

Si, maintenant, en partant du fond de la baie en arrière du port de Saint-Jean-de-Luz, on remonte la Nivelle sur une certaine partie de son cours, en suivant la rive gauche, on voit, soit sur les talus, soit dans certaines dépressions inondées, situées de l'autre côté de ces talus, plusieurs des plantes précédentes auxquelles se joignent d'autres espèces : *Apium graveolens*, *Inula crithmoides*, *Atriplex hastata*, variété *salina*, *Juncus Gerardi*, *Polypogon littorale*, *Agrostis maritima*. D'autre part la rive droite montre : *Salicornia herbacea*, *S. fruticosa*, *Kochia prostrata*, *Atriplex littoralis*. Bon nombre de ces espèces remontent à plusieurs kilomètres dans l'intérieur des terres en suivant la rive du fleuve, puis on les voit disparaître peu à peu, à mesure que les eaux reçoivent moins de sel marin.

2º L'estuaire de la Bidassoa, entre Fontarabie et Hendaye, ne présente que des espaces restreints où se développent quelques espèces de la zone des vases marines.

Ainsi, entre le village de Hendaye et la plage, le long de petites falaises ou de talus sableux, j'ai constaté : *Glaux maritima, Plantago maritima, Juncus maritimus, Scirpus maritimus, S. Rothii, Carex extensa.* Sur des tas de pierres à interstices comblés par la vase, quelques touffes isolées d'*Obione partulacoides.* Puis plus loin, sur quelques mètres carrés de vases, assez éloignés du rivage et entièrement recouverts à marée haute, le *Spartina alterniflora* croît en gazon serré. J'ai déjà signalé en Normandie, aux environs de Quinéville, le *Spartina stricta*, croissant dans des conditions absolument analogues (1). Cette station exceptionnelle présente une certaine ressemblance avec celle des *Zostera* et établit une transition entre la zone marine proprement dite et celle des vases.

3º L'embouchure de l'Oyarzun, celle de l'Oriñon, la baie de Santoña et celle de Santander offrent la même flore, souvent sur d'assez vastes espaces. Il en résulte parfois de véritables prairies maritimes. Voici, par exemple, quelques espèces observées au sud de la ville de Santander, dans des dépressions humides situées le long de la gare du chemin de fer de Madrid : *Spergularia marina, Trifolium fragiferum, Apium graveolens* CC. *Samolus Valerandi, Salicornia herbacea, Suæda maritima, Juncus acutus, Juncus bufonius, Glyceria conferta, Polypogon monspeliacum, Agrostis maritima.* La plupart de ces espèces sont caractéristiques des vases marines.

Si l'on s'avance vers le sud, le long du petit chemin de fer de Solares, on parcourt de véritables prairies inondées à chaque marée, où l'on constate sur de vastes espaces les *Salicornia*, les *Obione*, les *Suæda*, l'*Aster Tripolium*, le *Juncus maritimus*, le *Cotula coronopifolia*, introduit d'Amérique, etc.

Au nord de la ville, en suivant la falaise dans la direction des bains de la Magdalena, on retrouve la même flore condensée sur un tout petit espace : *Statice Limonium, Atriplex hastata*, variété *salina, Beta maritima, Obione portulacoides, Suæda maritima, Salicornia herbacea*, et quelques-unes de ses variétés, *Glyceria conferta, Agropyrum acutum.*

---

(1) Géneau de Lamarlière : *loc. cit.*

Voilà donc un ensemble de plantes, qui caractérisent bien nettement cette zone des vases salées. Aux précédentes il faut en ajouter un certain nombre d'autres que je n'ai point eu l'occasion de rencontrer, soit à cause de l'époque assez avancée à laquelle j'ai fait une excursion, soit à cause de leur absence des localités visitées. Ce sont : *Artemisia gallica*, *A. maritima*, *Erythræa tenuiflora, Chlora imperfoliata* et *serotina*, *Statice lychnidifolia, S. bellidifolia, S. Dubyei, S. occidentalis*, *Scirpus Savii, S. parvulus*, *S. carinatus*, *Carex divisa*, *Spartina stricta, Polypogon maritimum*, *Glyceria maritima, G. distans*.

Ces plantes, que l'on peut qualifier d'halophiles, à cause de leur affinité, au moins apparente, pour le sel marin, méritent-elles toutes au même degré cette épithète. Un peu d'observation suffit à démontrer que non, et il est possible d'établir des séries parmi elles.

Tout d'abord on peut mettre à part les *Spartina stricta* et *alterniflora*, qui peuvent croître sur le rivage même et semblent, comme je l'ai dit plus haut, vouloir aller rejoindre les Zostères. Et cependant ces mêmes plantes remontent le long des rivières, aussi loin que la marée fait sentir son effet. C'est ainsi qu'à Bayonne le *Spartina alterniflora* croît au pied même des murs baignés par l'Adour et la Nive.

Au second rang se placent les espèces qui habitent généralement les dépressions salées, comme les *Suæda maritima*, *Atriplex littoralis*, *Salicornia herbacea* et *fruticosa*, avec leurs variétés diverses, *Polypogon littorale*, *P. monspeliacum*, et divers *Statice*. Beaucoup d'autres espèces, croissant presque toujours en grande abondance parmi les précédentes, paraissent pouvoir s'éloigner davantage de l'eau salée, et se tiennent plus généralement au bord des lieux inondés, ou sur les talus, les digues de bordure. Probablement les racines, plus longues et mieux organisées, permettent à ces plantes d'atteindre l'eau salée à une certaine profondeur, alors que la surface du sol parait soustraite à l'influence du sel marin. Telles sont les *Spergularia maritima* et *marginata*, *Artemisia maritima* et *gallica*, *Aster Tripolium*, *Obione pedunculata*, *Triglochin maritimum*. D'autres, non-seulement vivent sur les talus, mais encore se faufilent le long de la base des falaises, et même peuvent y monter assez haut : *Frankenia lævis*, *Inula crithmoides*, *Statice occidentalis*, *Armeria maritima*, *Plantago maritima*, *Beta maritima*, *Carex extensa*, *Juncus maritimus*. D'autres enfin suivent les fossés et les cours d'eau saumâtre, puis passent à des eaux paraissant complètement dépourvues de sel marin : *Apium graveolens*, *Samolus Valerandi*, *Atriplex hastata*, *Juncus Gerardi*, *Scirpus maritimus*, *S. Rothii*, *S. Savii*, etc.

On voit donc que la zone des vases marines ne peut être caractérisée que par un petit nombre de plantes qui leur sont spéciales. Cependant, bon nombre d'autres espèces viennent se joindre aux précédentes et forment ensemble une flore abondante, dont plusieurs éléments peuvent apparaître ou disparaître, suivant les localités, mais dont le fond reste le même.

La flore des vases marines du Golfe de Gascogne est-elle pourvue d'un cachet d'originalité quelconque ? Pour quelques-unes de ses espèces, on peut répondre par l'affirmative. On peut considérer comme propre au Golfe de Gascogne le *Spartina alterniflora*, qui semble n'apparaître que quand le *S. stricta*, son congénère, disparaît ; la limite entre ces deux espèces se trouve au nord, aux environs de la Teste de Buch.

Le *Statice Dubyei* est encore une espèce des vases marines qui, jusqu'aujourd'hui, paraît appartenir en propre à cette contrée. Deux autres espèces, le *Statice echioides* et le *Kochia prostrata*, atteignent dans le Golfe de Gascogne leur limite septentrionale de dispersion.

Quant aux autres espèces ce sont celles qui forment le fond de la végétation du littoral océanique. et la flore du Golfe de Gascogne n'apparaît de ce côté que comme une fraction de la flore occidentale. Cela n'a rien d'étonnant si l'on considère que le climat y est à peu près le même qu'en Bretagne, grâce à la situation spéciale du pays par rapport aux montagnes et à la mer. Toutefois, il faut noter un certain nombre d'espèces de marais salants de l'Ouest, qui ne pénètrent pas dans le littoral du Golfe, ou qui, ayant franchi la Gironde, ne s'étendent guère au-delà. Les principales sont : *Eryngium viviparum*, localisé dans le Morbihan, *Artemisia gallica* et *maritima*, *Statice Dodartii*, qui n'ont pas encore été constatés au delà du Verdon, *Statice Bahusiensis*, propre au sud de la Bretagne, *Statice lychnidifolia*, qui s'arrête à la Teste, *Crypsis aculeata*, *C. schœnoides*.

Il est probable qu'il faut attribuer aussi la pauvreté relative de la flore des vases marines du Golfe de Gascogne à l'étendue relativement restreinte des localités qu'elle occupe. On n'y voit pas comme sur la côte de la Charente et de la Vendée, ou sur certains rivages de la Méditerranée, de vastes marais salants, qui favorisent la végétation des espèces halophiles.

(*A suivre*).

ÉTUDES DE GÉOGRAPHIE BOTANIQUE

A PROPOS DES

PLANTES DE LA CÔTE-D'OR

par M. BAZOT.

A la session extraordinaire de la Société botanique de France, tenue à Genève au mois d'août 1894, M. Flahault rappelait qu'à l'aurore du XIXe siècle, A. P. de Candolle avait conçu le projet d'une statistique végétale de la France. On sait quel développement ont pris depuis cette époque les études botaniques, avec quel zèle et quel ensemble ont été décrites ou recensées les espèces végétales croissant dans les diverses régions du territoire. L'entreprise de de Candolle, si elle était peut-être prématurée quand il la conçut, est devenue parfaitement réalisable à la fin du siècle, grâce aux nombreux matériaux réunis. Certainement elle sera reprise et menée à bonne fin.

En attendant, sur une petite comme sur une grande échelle, la géographie botanique reste toujours un chapitre important de la géographie physique. Des plantes cosmopolites aux plantes rares, il y a matière à des observations variées et intéressantes dans cet ordre d'idées ; chacun peut apporter une pierre à l'édifice.

L'influence des terrains sur la végétation est de toute évidence. En certaines contrées, le contraste, même sur des espaces très restreints, entre la flore des granites ou des grès et celle des calcaires, frappe l'observateur le plus inexpérimenté et a peut-être suscité plus d'une vocation botanique. Je me demande jusqu'à quel point a été motivée et avantageuse pour la science la lutte qui dure depuis longtemps entre les deux théories, de l'influence prédominante des propriétés physiques ou des propriétés chimiques du sol. Selon les circonstances c'est tantôt l'une, tantôt l'autre. La question ne semble pas bien posée, elle n'a guère avancé ; il est vrai qu'elle est assez complexe : les plantes se contentent d'une si faible proportion des éléments qui leur sont nécessaires, chaux ou silice. Il apparaît cependant que si la thèse de Thurmann, qui, dans une certaine mesure, n'a jamais été contestée par les partisans de l'action chimique, a réduit ceux-ci à la défensive, ils ne se sont pas mal acquittés de la tâche qu'ils poursuivent encore avec succès. Ici comme dans bien d'autres questions des sciences naturelles, il n'y a rien d'absolu, les plantes n'ont que des préférences et s'accommodent souvent de conditions diverses. A. Jordan, rendant compte du livre de Thurmann, développait savamment ces sages idées, il y a quarante ans, et j'y souscris volontiers.

Dans certaines limites géographiques, dans la plus grande partie de la France, par exemple, les terrains, les stations font la flore. Si nous exceptons la région méditerranéenne qui contraste par la richesse et la variété de sa végétation avec l'uniformité de celle du centre et du nord, un observateur transporté dans un pays nouveau pour lui sait à peu près, à la vue du site et du terrain, quels végétaux il y trouvera. Qui n'a rêvé quelquefois d'un catalogue ou répertoire où les plantes seraient énumérées par stations, tel que Lecoq l'a esquissé pour le Plateau Central. A un tel catalogue comprenant d'abord les plantes communes à toute la France s'adjoindraient, à mesure que l'on se transporterait dans différentes directions, celles que font croître à ces stations la chaleur, l'humidité variables, le voisinage de la mer, l'altitude, les éléments minéralogiques d'un nouveau sol.

A côté de végétaux dont les habitations se lient entr'elles d'une façon assez suivie, il en est d'autres très rares, le plus souvent peu abondants sur place, qui vivent à de grandes distances les uns des autres. Nous verrons plus loin que ce sont presque exclusivement des végétaux du nord ou des montagnes. Leur constatation déconcerte l'observateur qui, d'instinct et toujours, est à la recherche des causes et des lois. Ces habitations ne s'expliquent pas toujours d'une manière entièrement satisfaisante pour l'esprit. On entrevoit toutefois, par la nature de ces végétaux, que ce sont les restes d'une flore plus continue jadis. Les forêts étaient plus nombreuses, moins morcelées, il en était certainement de même des marais ; bien probablement, par suite des dégradations et des ravinements, d'un tassement des roches et des terrains, les montagnes ont perdu de leur altitude. Ces plantes se sont nécessairement localisées dans les rares stations qui conservaient les caractères primitifs.

Mais pour beaucoup d'espèces notées comme disjointes ou éparses, à mesure que les observations ont enrichi les flores, bien des habitations intermédiaires ont relié des habitations éloignées, et l'on peut actuellement s'élever à des vues d'ensemble. Telle pourrait être l'œuvre de celui qui réunirait et saurait utiliser les renseignements contenus dans les flores locales, régionales de France et d'Europe. Je ne suis pas dans ce cas, et ne puis avoir cette ambition. Un long séjour dans le Nord-Est de la France, l'étude de quelques Flores m'ont familiarisé avec sa végétation. Je la compare simplement avec celle du reste de la France et des contrées voisines. L'induction se mêle toujours, surtout en un pareil sujet, à nos connaissances les plus positives. Je lui ai fait une part aussi minime que possible. Si cependant il s'est glissé, dans cette étude, quelque conjecture hasardée, si mes renseignements sont par trop incomplets, le lecteur aura l'occasion et le plaisir de rectifier les unes et de compléter les autres.

La distribution géographique des êtres organisés touche aux questions primordiales et mystérieuses de l'origine des espèces, de l'influence plus ou moins profonde du milieu sur le développement et les modifications de ces êtres. La science n'a guère de solution complète et positive à leur donner, pour longtemps encore probablement on est réduit aux hypothèses. Ces questions exercent une séduction que chacun subit plus ou moins, elles attirent et fascinent comme l'abîme. Comme celui-ci, évitons-les, et restons sur le terrain relativement solide des faits bien constatés.

La chaleur, la lumière, un certain degré d'humidité sont les conditions essentielles ordinaires de la vie végétale. Suivant l'intensité, l'action plus ou moins continue ou périodique de ces agents, des espèces différentes, douées de plus ou moins d'élasticité pour résister aux variations du milieu, vivent sur le globe aux divers degrés de latitude et de longitude.

De plus, chaque espèce a un ou plusieurs centres d'habitation où elle végète avec vigueur et est abondamment représentée, d'où elle s'écarte suivant certaines directions sur lesquelles elle devient de plus en plus clairsemée, pour finalement s'éteindre.

Ayant égard à ces centres d'habitation, nous reconnaissons que des plantes d'origines diverses se partagent le sol de notre pays. L'expansion de proche en proche, la dissémination influencée par les courants qui s'établissent dans les masses fluides de la surface, eaux et atmosphère, les causes variées que nous voyons à l'œuvre dans le transport des graines, expliquent le mélange des Flores et l'extension des végétaux qui serait indéfinie, si ce n'étaient les obstacles naturels, le manque de stations convenables, les colonies des premiers occupants du sol, et surtout les variations des climats qui surviennent aussi bien dans le temps que dans l'espace.

Il semble que dans le sens des parallèles cette extension doive se prononcer plus que dans le sens des méridiens, puisque les climats y varient moins. Cela est vrai en partie, en ce qui touche la chaleur solaire reçue. Mais on sait qu'à latitude égale, d'autres éléments aussi importants, sinon plus, dans la vie de certaines plantes, entrent dans la composition du climat : humidité de l'air et du sol, lignes isothères, isochimènes, etc.; et que ces éléments sont en rapport avec la disposition des masses continentales, des montagnes, la proximité ou l'éloignement des mers. C'est ainsi que beaucoup de nos espèces s'arrêtent dans la direction de l'Est ou dévient de leur marche dans ce sens. Mais le fait le plus caractéristique de la Flore de l'Europe occidentale est le mélange des éléments venant du Nord et du Midi.

Les plantes méridionales s'avancent vers le Nord autant que le permet le climat. Ayant besoin de chaleur et, jusqu'à un certain point, de sécheresse, elles restent sur les plaines ou sur les coteaux peu élevés, elle ne peuvent que contourner les hautes montagnes dont le séjour leur est généralement interdit. Aussi, dans nos pays du moins, leur ascension en latitude est assez régulière; dans leur distribution géographique ce sont des indicatrices fidèles du climat des contrées qui les reçoivent.

Si dans le Nord les montagnes ne peuvent donner asile aux plantes du Midi, il en est autrement dans le Midi pour les plantes du Nord qui aiment les stations froides et humides. Comme on trouve des montagnes dans les basses latitudes jusqu'à l'Equateur ces plantes trouvent, très loin dans le Sud, les conditions nécessaires à leur existence; elles pourront caractériser le climat de ces montagnes, tandis que celui des plaines qui s'étendent à leur pied, où prospèrent les Oliviers, les Orangers, les Palmiers, est tout différent. La dispersion de ces plantes du Nord est donc très vaste, très irrégulière, et présente naturellement les faits les plus frappants de disjonction.

Dès la période tertiaire les climats commençaient à se prononcer sur notre hémisphère. Depuis, ils se sont de plus en plus accentués, et la progression, vers le Sud, des végétaux du Nord, s'explique donc sans difficulté.

Cependant la question veut être examinée de plus près. Cette progression a dû se faire de proche en proche par la voie des plaines et des plateaux. Or, il y a un grand nombre de plantes des hautes montagnes (plantes alpines), boréales, arctiques même, qui vivent actuellement isolées, comme en des îles atmosphériques, sur les sommets les plus élevés d'Europe, d'Asie, même d'Algérie, où toutefois elles deviennent rares. Nous sommes moins surpris de les voir sur ces sommets que curieux de savoir comment elles y sont arrivées. Les distances sont telles le plus souvent que le transport des graines par les vents ou les oiseaux est difficile ou impossible à admettre. Par quelque voie qu'elles soient arrivées sur ces points, il semble qu'elles ont dû d'abord prendre possession des contrées inférieures et vivre au pied des montagnes. Pourquoi n'y ont-elles pas persisté et ont-elles laissé la place à une végétation toute différente, même à des plantes méridionales? Comment ont-elles disparu des stations intermédiaires qui devraient relier leurs habitations actuelles, par exemple les Alpes scandinaves aux Alpes helvétiques ? Il semble qu'à une période de froid qui avait rendu possible leur migration vers le Sud, ait succédé une période plus tempérée qui ne leur a plus permis de continuer à végéter dans les plaines.

La réponse à toutes ces questions est due aux travaux et aux découvertes des géologues et des naturalistes, parmi lesquels on doit citer Forbes, Ch. Martins. Les trois branches des sciences naturelles ont apporté à la solution des éléments dont la certitude et la concordance rendent inutile toute hypothèse. Les glaciers actuels des hauts massifs, d'autres qui ont disparu en laissant des traces visibles ont eu à une certaine époque (période glaciaire) une extension considérable sur l'Europe occidentale : le Renne s'est avancé au Sud jusqu'à la latitude de 43°. Ensuite, avec les tourbières a commencé l'ère actuelle. La température moyenne s'étant relevée, les animaux et les plantes du nord ont regagné leur première patrie ; mais un certain nombre se sont réfugiés sur les montagnes où ils trouvaient un climat en rapport avec leur organisation et où ils ont persisté depuis lors.

On sait depuis longtemps qu'en faisant l'ascension d'une montagne située entre les Tropiques, du niveau de l'Océan aux neiges perpétuelles, un voyageur traverse en quelques heures ou en quelques jours les climats et les zones végétales qui s'étendent de l'Équateur aux Pôles. Une contrée de la zone tempérée présente partiellement un phénomène de ce genre. On y trouve à la fois des plantes méridionales compatibles avec son climat, et des plantes septentrionales habitant non seulement les hauteurs, mais encore les endroits frais peu élevés ; aux premières les sites chauds et secs, aux secondes les stations froides, humides, exposées au Nord.

Il y a donc corrélation entre la dispersion générale d'une espèce sur le globe et sa dispersion dans des stations appropriées sur une région restreinte ; l'une explique l'autre : ainsi peuvent se relier la Géographie et la Topographie botaniques. C'est pour marquer ces rapports que les notes géographiques sommaires, qui accompagneront les espèces que j'aurai à citer, se rapporteront à la grande dispersion sur le globe ou sur l'Europe et à la dispersion restreinte à notre voisinage.

Les Flores les plus récentes de la Côte-d'Or (de Royer, 1883, de MM. Viallanes et d'Arbeaumont, 1889), attribuent au département 1450 espèces environ. J'en passe sous silence près de 900. Ce n'est pas assurément qu'elles soient toutes ubiquistes et insignifiantes. Certaines sont parmi les caractéristiques de la Flore, particulièrement de celle des terrains calcaires, leur distribution autour de nous serait instructive ; les plantes communes même ont leur importance. Mais j'ai dû limiter cette étude.

L'ordre suivi dans les énumérations qui suivent est celui de la *Flore de France*, de Grenier et Godron.

Selon que des plantes sont annuelles, bisannuelles ou vivaces elles présentent de grandes différences dans leur dispersion ; leur spontanéité, leur naturalisation dans les localités où elles croissent sont plus ou moins incertaines (1).

Les catégories dans lesquelles les espèces sont groupées étant établies à divers points de vue particuliers, il est inévitable que des plantes disparates se trouvent réunies, tandis que pour d'autres des affinités sont rompues. Des espèces peuvent donc appartenir à la fois à plusieurs listes : je n'ai pas cru devoir les répéter à toutes. Mais, ce qui est l'important, elles seront attribuées à l'une ou à l'autre des listes dont elles font réellement partie, et les notes dont elles seront accompagnées permettront de les rétablir aux listes sur lesquelles elles ne seraient pas mentionnées.

---

(1) Dans les listes qui vont suivre les espèces annuelles sont suivies du signe (a) et les bisannuelles du signe (b).

Quoique simple en apparence, un travail de ce genre est moins facile à l'exécution qu'il ne semble de prime-abord. On veut se restreindre, et trop restreinte l'étude perd de sa signification et de sa portée ; il faudrait beaucoup savoir, et l'on constate à chaque pas que l'on ne sait jamais assez. Qu'il me soit permis de dire à ce sujet que j'ai trouvé auprès de M. Genty, de Dijon, membre de la Société botanique de France, de précieux renseignements sur les Flores de la Côte-d'Or et du Jura ; de plus, avec une cordiale prévenance, il a bien voulu mettre à ma disposition les ressources d'une bibliothèque botanique variée : je suis heureux de lui exprimer ici ma sincère reconnaissance.

Les listes I, II, contiennent diverses plantes dont la présence dans le département mérite d'être notée. Je ne les ai accompagnées d'aucun détail géographique, n'ayant rien relevé de particulier dans leur distribution. Les premières s'éloignent plus de la Côte-d'Or, vers le nord, que vers le midi, c'est le contraire pour les secondes : telle est l'unique raison des titres sous lesquels je les ai réunies.

Toutes les autres listes présenteront les espèces les moins communes, celles surtout dont la répartition offre quelque intérêt pour la géographie botanique de la France.

I. — Plantes du Centre et du Nord de l'Europe.

Myosurus minimus L. (a).
Ranunculus Lingua L.
Actæa spicata L.
Sisymbrium supinum L. (a).
Cardamine impatiens L. (b).
Viola mirabilis L. Europe centrale.
— *elatior* Fries id.
Polygala austriaca Crantz.
Silene Armeria L. (a).
— *noctiflora* L. (a).
Gypsophila muralis L. (a).
Stellaria glauca Wither.
Lathyrus macrorhizus Wimm.
Spiræa Filipendula L.
Geum rivale L.
Rubus Idæus L.
Sanguisorba officinalis L.
Epilobium roseum Schr.
Sedum reflexum L.
Saxifraga granulata L.
Bunium Carvi Bieb. (b). Commun dans les prés de l'Est de la France.

Cicuta virosa L.
Galium boreale L.
Senecio paludodus L.
Cirsium oleraceum Scop.
Lappa tomentosa Lam.
Hieracium boreale Fr.
Campanula Cervicaria L.
Campanula patula L.
Gentiana cruciata L.
— *Pneumananthe* L.
Limnanthemum nymphoides Link.
Myosotis stricta Link. (a).
Echinospermum Lappula Lehm. (a).
Linaria striata DC.
Melampyrum cristatum L.
Daphne Mezereum L.
Paris quadrifolia L.
Maianthemum bifolium DC.
Orchis viridis Crantz.
Herminium clandestinum Gr. et God.
Helodea canadensis Rich.
Triglochin palustre L.
Potamogeton gramineus L.
Eriophorum angustifolium Roth.
— *latifolium* Hofpp.
Carex dioica L.
— *elongata* L.
— *cyperoides* L.
— *cæspitosa* Gay.
— *pseudo-Cyperus* L.
Botrychium Lunaria Sw.
Ophioglossum vulgatum L.
Equisetum Telmateia Ehrh.
— *hyemale* L.
Pilularia globulifera L.

II. — Plantes du Centre et du Sud de l'Europe.

Isopyrum thatictroides L.
Berberis vulgaris L.
Papaver hybridum L. (a).
Sisymbrium Irio L. (b).
Cardamine hirsuta L. (a).
— *silvatica* Link. (a).
Hutchinsia petræa R. Br. (a).
Silene gallica L. (a).
Gypsophila Vaccaria Sibt et Sm. (a).
Linum Leonii Sch.
Medicago maculata Willd. (a).
— *minima* Lam. (a).
Trifolium alpestre L.
— *ochroleucum* L.
Trifolium elegans Savi. Fréquent, et caractéristique des terrains frais et argileux du Nord-Est de la France. Bois.
Trifolium aureum Poll.
Tetragonolobus siliquosus Roth.
Vicia lathyroides L. (a).
— *lutea* L. (a).
Cracca tenuifolia God. et Gren.
Lathyrus Nissolia L. (a).
Sorbus latifolia Pers. RR. (Royer).
Trapa natans L.
Lythrum hyssopifolia L. (a).
Herniaria glabra L.
Peucedanum Cervaria Lap.
— *Oreoselinum* Mœnch.
Tordylium maximum L.
Fœniculum vulgare Gaertn.
Falcaria Rivini Host (a).
Helosciadium repens Koch.
— *inundatum* Koch.
Sambucus racemosa L.
Galium glaucum L.
— *silvaticum* L.
— *parisiese* L. (a), (b).
Senecio Saracenicus L.
— *spathulæfolius* DC.
Artemisia Absinthium L.
Leucanthemum corymbosum God. et Gr.
Corvisartia Helenium Mér.
Filago arvensis L.
Logfia subulata Cass. (a).
Calendula arvensis L. (a).
Cirsium bulbosum DC.
Centaurea solsticialis L. (a).
Hypochæris glabra L. (a).
Helminthia echioides Gaertn. (a).
Chondrilla juncea L. (b).
Crepis setosa Hall. (a).
Xanthium strumarium L.
Phyteuma orbiculare L.

Specularia Speculum A. DC. (a).
— *hybrida* A. DC. (a).
Centunculus minimus L. (a).
Vincetoxicum officinale Mœnch.
Chlora perfoliata L. (a).
Gentiana germanica Willd. (a).
Lithospermum purpureo-cæruleum L.
Physalis Alkekengi L.
Atropa Belladona L.
Veronica montana L.
— *persica* Poir. (a).
Odontites lutea Reich.
Mentha Pulegium L.
Leonurus Cardiaca L.
Stachys germanica L.
Melittis melissophyllum L.
Brunella grandiflora Mœnch.
Teucrium Chamædrys L.
Plantago intermedia Gilib.
Amaranthus retroflexus L. (a).
Rumex pulcher L.
— *scutatus* L.
Daphne Laureola L.
Passerina annua Spreng. (a).
Aristolochia Clematitis L.
Euphorbia dulcis L.
Populus nigra L.
Adenoscilla bifolia L.
Ornithogalum pyrenaicum L.
Phalangium Liliago Schreb.
— *ramosum* Lam.
Ruscus aculeatus L.
Spiranthes æstivalis Rich.
— *autumnalis* Rich.
Vallisneria spiralis L.
Juncus Tenageia L. (a).
Luzula Forsteri DC.
Cyperus fuscus L. (a).
— *flavescens* L. (a).
Schœnus nigricans L.
Cladium Mariscus R. Br.
Eleocharis ovata R. Br.
Carex Davalliana Sm.
— *humilis* Leyss.
Phleum Boehmeri Wib.
Setaria glauca P. B. (1).
Digitaria filiformis Kœl. (a).
Corynephorus canescens P. B.
Melica nebrodensis Parl.
Ceterach officinarum Willd.
Asplenium Adiantum nigrum L.

On remarque en France cinq massifs principaux (sans parler de celui des Maures-Esterel) dont les terrains contrastent, par l'absence ou la faible proportion des calcaires, avec ceux du reste de la France. Les silicates terreux ou alcalins les constituent en grande partie. Cette composition du sol, un relief accentué, de nombreux cours d'eau descendant des montagnes, en font autant de centres de dispersion des plantes silicicoles. Ce sont : le Plateau central, la Bretagne, les Ardennes, les Vosges, les Pyrénées. Les quatre premiers, antérieurs aux mers jurassiques, sont les terres les plus anciennes de la France ; les Pyrénées n'ont été définitivement émergées qu'après la craie. A ces centres, il convient d'en joindre un sixième, situé dans le Sud-Est (Dauphiné-Savoie). La ligne des Alpes qui le domine est fréquemment formée de granites et autres roches primitives, les contre-forts sont généralement calcaires ; la végétation est par suite mélangée, mais on trouve aux affleurements convenables presque toutes les plantes des précédents massifs.

La silice se rencontre en proportions variables, souvent en abondance, dans les sédiments de différents âges qui relient ces six massifs : sables, grès, argiles. Il n'est guère de départements, même de ceux où s'étalent exclusivement les formations calcaires, qui ne la présentent, et avec elle le cortège habituel de ses plantes caractéristiques.

Par le Morvan, la Côte-d'Or se lie intimement au Plateau central ; par la Saône et ses alluvions siliceuses tant anciennes que modernes, elle reçoit certainement plusieurs plantes des Vosges ; elle n'a guère de plantes silicoles à recevoir des Alpes, et, sous ce rapport, il y a peu d'apparence de communication entre les deux Flores. Il en est tout autrement pour les plantes calcicoles ; malgré la distance et l'interposition de la large vallée de la Bresse, c'est surtout par les calcaires et par l'intermédiaire du Jura et de la petite chaîne des Monts Faucilles que la Bourgogne et le massif Alpin font quelques échanges.

Nos plantes silicicoles, hygrophiles en grande majorité, vivent, dans le Nord et aux latitudes moyennes, dans les plaines et à de médiocres hauteurs. Plus on avance vers le midi, plus elles s'élèvent dans les montagnes où, non moins que l'abaissement de la température, les brouillards, les pluies, l'humidité entretenue par la lente fusion des neiges protectrices réalisent les conditions nécessaires à leur végétation. Un certain nombre figurent parmi les plantes notées dans les tourbières du Jura, par Ch. Martins, qui explique leur présence au milieu des calcaires par la boue siliceuse d'origine glaciaire formant le fond des cuvettes dans lesquelles s'est le plus souvent formée la tourbe. On s'attendrait peut-être à trouver un plus grand nombre d'espèces identiques. Mais il y a lieu de considérer : 1° que, sur ces plantes des tourbières, toutes, sauf *Swertia perennis*, arctiques et scandinaves, beaucoup sont communes dans les lieux froids et humides de presque toute l'Europe, et ne sont pas spéciales aux terrains siliceux ; 2° que d'autres sont déjà montagnardes à la latitude du Jura et ne se trouvent pas à nos altitudes inférieures ; 3° enfin que nos listes contiennent des xérophiles qui ne pouvaient se trouver dans les tourbières.

Ces plantes xérophiles prouvent que la pénétration dans notre Flore de l'élément méridional a porté, quoiqu'à un degré moindre, sur les plantes silicicoles comme sur les calcicoles. Un des végétaux les plus remarquables, à cet égard, est certainement le Châtaignier. A propos de cet arbre, dont on a cru reconnaître le bois, ressemblant assez, paraît-il, à celui du Chêne, dans les charpentes de cathédrales et d'anciens monuments, on a souvent agité la question de savoir si, dans nos pays et dans la période historique, il était moins rare autrefois que de nos jours. Je conçois que la réponse ait été souvent négative ; ne pourrait-on, à l'appui, invoquer cet argument ? Des éléments du sol le plus stable, le moins soluble, est la silice à laquelle la présence du Châtaignier semble intimement liée ; il semble qu'avec les siècles, au lieu de disparaître, elle ait dû prédominer de plus en plus et favoriser ainsi, au lieu de l'empêcher, la végétation de cet arbre dans nos contrées.

A propos de nos plantes du Morvan et du Plateau central, j'ai été curieux de rechercher si elles habitaient, ou non, les six massifs siliceux reconnus plus haut. Je donne ici, dans les listes III et IV, le résultat de mon enquête, en le faisant précéder des observations suivantes, nécessaires à l'interprétation des notes contenues aux deux listes :

1° Les espèces des tourbières du Jura, de Ch. Martins, sont marquées d'un astérisque.

2° Il ne sera fait aucune mention particulière au sujet des espèces qui, dans la Côte-d'Or, sont à la fois au Morvan et sur les terrains siliceux de l'intérieur. Si elles manquent à ces derniers, on en sera averti par la note : Morvan.

3° Nulle mention spéciale également pour les plantes répandues sur le Plateau central, du Morvan aux Cévennes méridionales, de l'Hérault ou de l'Aude. Pour celles qui ne vont pas jusque-là, je note les habitations extrêmes vers le Sud relevées sur les Flores. Quelques espèces sont dans ce dernier cas, qui se trouvent cependant plus au Sud, dans les Pyrénées et en Espagne.

4° Dans la liste IV, je mentionne les massifs auxquels je n'ai pas constaté une espèce ; il est entendu qu'elle est à tous les autres.

5° Les indications comprenant la Bretagne et l'Ouest sont prises dans la *Flore de l'Ouest*, de MM. Lloyd et Foucaud, laquelle ne comprend pas le département de la Manche.

III. — Plantes du Morvan (Plateau-Central) se trouvant à la fois en Bretagne, aux Ardennes, aux Vosges, en Dauphiné-Savoie et aux Pyrénées.

Ranunculus hederaceus L. Plutôt à la base et autour des massifs que dans les montagnes. Rare dans les Vosges et le Dauphiné. — Nul ou RR. en Suisse, où il était, à Zurich, à l'époque des habitations lacustres (Christ).

Espagne, Islande, Groënland, Russie.

Sinapis Cheiranthus Koch. Morvan, Aveyron, Lot. — RR. dans les Ardennes et le Dauphiné.

Espagne, Sud de l'Italie, Bords du Rhin.

Cardamine amara L. Généralement peu fréquent.

Espagne, Laponie, Iles Feroë, Sibérie.

Teesdalia nudicaulis R. Br. (a), monte peu. Dauphiné AR.

Madère, Norvège, Europe centrale.

* *Viola palustris* L. comprenant *V. epipsila* Ledeb.

Espagne, Cap Nord, Groënland, Kamtchatka.

Viola canina L.

Canaries, Mageroë, Canada, Sibérie.

* *Drosera rotundifolia* L. Surtout parmi les *Sphagnum*.

Syrie, Laponie, Canada, Aléoutiennes.

* *Drosera intermedia* Hayn. Sol tourbeux. Haute-Vienne.

Portugal, Laponie, Canada, Russie, un tiers du Globe.

Dans ces deux espèces, scapes rarement rameux (fasciation).

Polygala depressa Wend. Dauphiné. Rare.

Pyrénées, Laponie méridionale.

Stellaria uliginosa Murr. (a).

Madère, Laponie, Europe, Sibérie, Amérique (Montagnes Rocheuses).

Mœnchia erecta Reich. (a).

Sicile, Angleterre, Portugal, Transsylvanie.

Spergularia rubra Pers. (a).

Abyssinie, Norvège, Canada, Aléoutiennes.

Radiola linoides Gmel. (a). Terrain argilo-siliceux à la base des massifs, montagnes dans le Midi.

Madère, Norvège, Péninsule Ibérique, Russie.

Hypericum pulchrum L.

Naples, Norvège, Espagne, Lithuanie.

Helodes palustris Spach. Dauphiné RR. Suisse.

Portugal, Écosse, Russie.

Impatiens Noli-tangere L. (a). Aveyron, Lot, Bretagne (Loire-Inférieure).

Naples, Laponie, Asie (118° Est),

Sarothamnus vulgaris Wimm. Abonde dans le Centre et dans les Ardennes, où il est maintes années, ainsi que les Chênes, très maltraité par les gelées tardives ; ils ne reprennent de feuilles qu'au mois d'août.

Canaries, Espagne, Écosse, Russie jusqu'à l'Oural.

Ornithopus perpusillus L. (a).

Espagne, Irlande, Russie méridionale.

Potentilla argentea L.

Islande, Caucase, Sibérie.

* *Comarum palustre* L. Haute-Vienne.

Pyrénées, Caucase, Laponie. Longitudes de 0° à 360°.

Sorbus Aucuparia L. Côte-d'Or, Morvan.

Naples, Cap Nord, Groënland, Sibérie orientale.

* *Epilobium palustre* L. Creuse.

Canaries, Espagne, Hammerfest 70°. Longitùdes de 0° à 360°.

Epilobium lanceolatum Seb. et Maur. Côte-d'Or, Morvan.

Espagne, Angleterre, Allemagne, Transsylvanie, Région méditerranéenne.

Montia minor Gmel. (a).

Montia rivularis L.

Les deux réunies (*M. fontana* L.) sont répandues dans toute l'Europe, de la Région méditerranéenne en Laponie. Longitudes de 0° à 360°.

Illecebrum verticillatum L. Dauphiné : plaines AR. Suisse : le Tessin, Belgique C. Ardennes ?

Madère, Espagne, Œsel (Baltique), Région méditerranéenne.

Corrigiola littoralis L. (a). Dauphiné : plaines AC. En Suisse : Bâle.

Abyssinie, Danemarck, Portugal, Russie.

Scleranthus perennis L. Sud du Plateau Central : Gard, Ardennes R.

Naples, Norvège, Angleterre, Sibérie.

Chrysosplenium alternifolium L. Manque à la Bretagne, mais est dans la Manche, dans l'Orne. Plateau Central : Haute-Vienne.

Naples, Spitzberg. Longitudes de 0° à 360°.

Chrysosplenium oppositifolium L. C'est le plus fréquent dans le Nord-Est.

Naples, Norvège 59°, Amérique, Sibérie.

Centaurea nigra L. (Flore de Fr. Gren. et Godr). Ardennes R.

Naples, Irlande, Shetland, Russie méridionale.

Arnoseris pusilla Gaertn. (a). Dauphiné. AR.

Espagne, Suède méridionale, Portugal, Russie.

Scorzonera humilis L.

Portugal, Norvège 60°. Sibérie de l'Oural.

Jasione montana L.

Algérie, Finlande, Russie 54° Est.

* *Vaccinium Myrtillus* L. Morvan. A l'intérieur du département de la Côte-d'Or : une seule localité voisine de la Haute-Saône. Venu très probablement des Vosges.

Sud de l'Italie, Samoyèdes 72° N., Iles Aléoutiennes.

* *Oxycoccos vulgaris* Pers. Morvan, Loire, Creuse, Pyrénées ?

Espagne 40°, Laponie 71°. Longitudes de 0° à 360°.

* *Calluna vulgaris* Salisb.

Midi de l'Espagne, Laponie, Terre-Neuve, Sibérie.

* *Lysimachia nemorum* L.

Sicile, Norvège, Portugal, Kamtchatka.

* *Menyanthes trifoliata* L.

Grèce, Sibérie 60° Nord. Longitudes de 0° à 360°, 1/3 du Globe.

* *Veronica scutellata* L.

Algérie (Desfontaines), Laponie 66° N. Longitudes 0° à 360°, 1/3 du Globe.

Digitalis purpurea L. Morvan. Dauphiné, granite RR. Dans le Centre et le Nord-Est, je ne l'ai pas vue en dehors des terrains siliceux. *D. lutea* croit quelquefois avec elle. Leur hybride présumé, *D. purpurascens* Roth., est rare.

Espagne, Norvège, Irlande, Tauride.

* *Pedicularis palustris* L. Sud du Plateau Central : Aveyron.

Italie, Loffoden, Sibérie, Amérique du Nord, Terre-Neuve.

* *Pedicularis silvatica* L. Dauphiné R.

Sicile, Islande, Russie.

Galeopsis dubia Leers. (a). Gironde, Hérault, Espagne, Pyrénées?

Centre de l'Europe, Irlande, Danemark, Pétersbourg.

Scutellaria minor L. Dauphiné. R.

Portugal, Iles Britanniques, Sibérie.

Littorella lacustris L. Morvan, Auvergne, Loire, Gironde, Landes, Pyrénées?

Açores, Laponie, Irlande, Russie.

* *Polygonum Bistorta* L. Morvan.

Italie, Sibérie arctique. Longitudes 0° à 360°.

Castanea vulgaris Lam. Arbre des régions tempérées, plutôt chaudes que froides. La partie orientale du Morvan paraît le point le plus septentrional où il mûrit bien ses fruits. Sa spontanéité devient problématique en Belgique, en Angleterre. On le cultive pour son bois jusqu'en Écosse. En général, la culture d'un assez grand nombre d'arbres me parait jeter quelque incertitude sur leur extension, surtout vers le Nord.

États-Unis, Algérie, Japon.

* *Salix cinerea* L.

Espagne, Laponie, Kamtchatka.

* *Salix aurita* L. Landes, Pyrénées?

Italie, Irlande, Laponie, Sibérie.

* *Salix repens* L. Non exclusivement silicicole. Plateau de Langres, Sud du Plateau Central : Aveyron.

Pyrénées, Islande, Sibérie.

* *Betula alba* L. Plateau Central : n'arrive pas à Mende (Lecoq).

Espagne, Sicile, Laponie, Groënland, Sibérie.

* *Betula pubescens* Ehrh. Morvan, Plateau Central jusqu'à l'Auvergne et la Loire.

Italie, Laponie, Portugal, Kamtchatka.

Potamogeton polygonifolius Pourr. Morvan, Suisse. Verlot ne l'indique pas au Dauphiné. Pyrénées? Ouest C. Portugal, Suède, Transsylvanie.

Sparganium minimum Fr. Campine, Ardennes? Plateau Central et Cantal R. — Morvan, Allier.

Espagne, Norvége, Russie méridionale.

Juncus supinus Mœnch. Morvan.

Italie, Laponie, au Sud du Caucase.

Juncus silvaticus Reich. Morvan.

Espagne, Écosse, Sibérie.

Juncus squarrosus L. Morvan, Dauphiné. R.

Italie, Laponie, Irlande, Sibérie.

* *Eriophorum vaginatum* L. Morvan. RR.

Espagne, Sibérie, Amérique, Aléoutiennes.

* *Eriophorum gracile* Koch. Morvan, Belgique, Ardennes? Dauphiné R. Plateau Central : Aubrac.

Bosnie, Laponie, Amérique, Iles Aléoutiennes.

* *Scirpus cæspitosus* L. Plateau Central : Haute-Vienne, Auvergne RR. Morvan RR. Non dans la Côte-d'Or.

Sicile, Laponie, Aléoutiennes.

* *Rhynchospora alba* Wahl. Dauphiné. R.

Canada, Laponie, Aléoutiennes.

Carex pulicaris L. Dauphiné R.

Espagne, Islande, Sibérie.

* *Carex echinata* Murr.

Algérie (Lecoq), Espagne, Iles Loffoden, Sibérie, Aléoutiennes.

* *Carex canescens* L. Morvan, Plateau Central: Aveyron, — Gironde, Landes, Pyrénées?

Italie, Régions circumpolaires des deux hémisphères.

* *Carex vulgaris* Fr.

Grèce, Laponie. Longitudes 0° à 360°.

* *Carex ampullacea* Good.

Espagne, Grèce, Laponie, Canada, Sibérie.

Alopecurus fulvus Sm. Montbrison, Cantal. RR.

Sicile, Laponie, Amérique, Sibérie.

* *Agrostis canina* L.

Italie, Laponie, Islande, Sibérie.

Aira præcox L. (a).

Espagne, Shetland, Portugal, Russie.

Danthonia decumbens DC.

Italie, Suède, Irlande, Russie.

* *Nardus stricta* L. Morvan.

Espagne, Cap Nord, Islande, Sibérie.

Osmunda regalis L.

Algérie, Angleterre, Portugal, Géorgie.

Aspidium aculeatum Sw.

Algérie, Espagne, Irlande, Açores, Russie méridionale.

Polystichum Oreopteris DC. Morvan, Haute-Vienne.

Grèce, Laponie, Irlande, Moscou.

Asplenium Breynii Retz. Morvan, Haute-Vienne.

Espagne, Finlande, Groënland, Sibérie.

Blechnum Spicant Sm. Morvan.

Canaries, Laponie, Groënland, Aléoutiennes.

* *Equisetum silvaticum* L. Morvan.

Grèce, Laponie, Amérique, Kamtchatka.

Lycopodium clavatum L. Morvan.

Sicile, zone arctique des deux pôles.

Lycopodium inundatum L. Morvan, Haute-Vienne.

Canada, Pyrénées, Russie.

Lycopodium Selago L. Morvan, Aveyron, Gard, Belgique, Ardennes?

Italie, Spitzberg. Longitudes 0° à 360°.

V. — Plantes du Morvan manquant à quelques-uns des 5 massifs (Bretagne, Ardennes, Vosges, Dauphiné-Savoie, Pyrénées).

Ranunculus aconitifolius L. et *platanifolius* L. (réunies), Manquent à la Flore de l'Ouest et à l'Angleterre.

Naples, Pyrénées, Suède, Turquie.

* *Parnassia palustris* L. Non indiqué en Bretagne. Ouest, Nord, Belgique, Angleterre. Ardennes (France) Rare.

Algérie, Irlande, Cap Nord, Longitudes 0° à 360°.

Stellaria nemorum L. Manque à la Flore de l'Ouest. Ardennes (France) R.

Sud de l'Italie, Angleterre. R. — Laponie 71°, Russie.

Prunus Padus L. Morvan, Ardennes. R. Manque à la Flore de l'Ouest, à l'Angleterre, à l'Irlande.

Canaries, Écosse, Laponie 70°, Kamtchatka.

* *Alchemilla vulgaris* L. Manque à la Flore de l'Ouest. — Orne, Nord.

Espagne, Grande-Bretagne, Cap Nord, Groënland, Sibérie.

Circæa intermedia Ehrh. Morvan, Aveyron, Gard. Manque à la Flore de l'Ouest. Lecoq ne l'indique pas en Angleterre, où croissent *C. Lutetiana* et *C. alpina*. Hybride de ces deux espèces (Nyman), elle est dans les Ardennes de France et au Morvan, où ne croit pas *C. alpina* indiquée toutefois à Malmédy et en Auvergne.

Pyrénées, Terre-Neuve, Laponie, Lithuanie.

Myriophyllum alterniflorum DC. Morvan, Haute-Vienne. Manque en Dauphiné, Savoie et en Suisse.

Açores, Algérie, Espagne, Laponie 70°.

Sedum villosum L. Morvan, Haute-Vienne, Angleterre. Manque à la Flore de l'Ouest.

Algérie, Loffoden, Irlande, Lithuanie.

Selinum carvifolium L. Plateau Central jusqu'à la Creuse. Ouest : Bretagne seulement. Rare dans le Midi de la France. N'est pas en Espagne, ni peut-être dans les Pyrénées.

Europe centrale jusqu'en Russie, Italie boréale, Scandinavie méridionale.

Bunium verticillatum Godr. et Gren. Morvan, Dauphiné. R. Manque dans les Vosges et en Suisse (Meyran).

Espagne, Angleterre, Portugal, Sibérie.

Galium saxatile L. Morvan. Manque dans le Dauphiné, la Savoie, les Alpes. Ne se retrouve ensuite qu'à Coire (Gremli). — Le nom spécifique *saxatile* ne concorde guère avec les stations que la plante préfère dans l'Ouest, le Morvan, les Ardennes : gazons, pâtures, bois clairs, bruyères souvent parmi les mousses.

Naples, Irlande, Oural.

Doronicum Pardalianches L. et *D. austriacum* Jacq. Manque en Bretagne et dans les Ardennes. Lecoq ne le cite pas en Angleterre. Haute-Saône, en terrain Jurassique RR. Vosges ?

Europe centrale, Espagne, Danemark, Transsylvanie.

Arnica montana L. Morvan. Manque en Bretagne. Lecoq ne l'indique pas en Angleterre.

Portugal, Suède, Sibérie.

Senecio adonidifolius Lois. Morvan, Dauphiné. R. Manque aux Alpes, à la Suisse, aux Vosges, aux Ardennes et à la Bretagne.

Limité au Centre et au Nord de l'Espagne, au Midi, au Centre et au Sud-Est de la France (Nyman).

Antennaria dioica L. Nord, Belgique, Angleterre. Manque en Bretagne.

Espagne, Cap Nord. Longitudes 0° à 360°.

Lactuca Plumieri Gren. et Godr. Morvan R. (non Côte-d'Or). Manque aux Ardennes, en Bretagne, en Angleterre.

Asturies, Vosges, Croatie.

Soyeria paludosa Godr. Morvan (hors de la Côte-d'Or), Haute-Vienne. Manque en Bretagne, est en Angleterre.

Espagne. Laponie, Irlande, Sibérie.

Jasione perennis Lam. Morvan et Ardennes. R. Manque à la Flore de l'Ouest, au Dauphiné, à la Suisse.

Espagne, Norvège, Bavière

Wahlenbergia hederacea Reich. Morvan, Versant occidental des Vosges. Manque au Dauphiné, aux Alpes, au Jura, à la Suisse.

Espagne, Danemark, Portugal. Dalmatie.

* *Vaccinium uliginosum* L. Ardennes Belges, hautes montagnes du Plateau Central. Manque au Morvan, à la Flore de l'Ouest ; est en Angleterre.

Grenade, Islande, Samoyèades. Longitudes 0° à 360°.

* *Vaccinium Vitis Idæa* L. Morvan. RR. en dehors de la Côte-d'Or, Saint-Brissan (Abbé Garnier), Lozère, Angleterre, Irlande. Manque à la Flore de l'Ouest.

Espagne, Laponie. Longitudes 0° à 360°.

Anagallis tenella L. (a). Morvan, Vosges et Dauphiné. R. Suisse : une seule localité au-dessus de Vevey. Non constatée encore dans les Ardennes. — Campine, Argonne, marais tourbeux sur la craie, Nord de la France, Seine-et-Oise, Orne, Bretagne, Ouest, Centre, Midi.

Açores, Maroc, Algérie, Crète, Iles Feroë.

Salix pentandra L. Morvan, Cantal, Haute-Vienne, tourbières du Doubs (Grenier). Manque en Belgique, aux Ardennes, aux Vosges, à la Flore de l'Ouest, est en Grande-Bretagne.

Italie, Laponie, Islande, Kamtchatka.

Alisma natans L. Morvan, Cantal, Creuse, Ouest, Centre, Marne, la Bresse, Campine. Manque aux Ardennes. Gironde, Pyrénées ?

Espagne, Irlande, Norvège, Lithuanie.

Endymion nutans Dumort. Morvan, Lozère, Haute-Vienne, Ouest, Nord-Ouest, Reims, Nord de la France, Belgique. Manque aux Ardennes, aux Vosges, au Dauphiné, et peut-être à la Suisse.

Espagne, Hébrides, Illyrie.

Scheuchzeria palustris L. Morvan. RR. jusqu'au Mont-Dore. Belgique, Campine. Manque aux Ardennes, à la Bretagne ; est en Angleterre.

Amérique, Pyrénées, Laponie, Sibérie.

Potamogeton rufescens Schrad. Morvan.Dauphiné R.,Plateau Central jusqu'à l'Auvergne, Gironde et Landes, Pyrénées ?

Islande, Laponie, Aléoutiennes.

Potamogeton obtusifolius Mert. et Koch. Rare dans les Vosges, la Suisse, le Morvan, le Plateau Central jusqu'à l'Auvergne. Manque en Dauphiné, Savoie, Gironde, Landes, Pyrénées ?

Europe nord-centrale, Irlande, Scandinavie, Russie. -

Carex lævigata Smith. Morvan. R. jusqu'aux Cévennes méridionales. Manque en Dauphiné, à la Haute-Saône, probablement à la Suisse et aux Vosges.

Portugal, Angleterre, Ouest, Nord de la France, Hollande, Belgique, Aix-la-Chapelle.

Festuca silvatica Vill. Rare au Morvan et au Plateau Central. Mézenc, Angleterre. Manque à la Flore de l'Ouest.

Italie, Suède méridionale, Irlande, Caucase.

Polypodium Phegopteris L. Morvan. Rare en Normandie, manque à la Flore de l'Ouest, est aux Iles Britanniques, en Islande.

Grèce, Laponie, Amérique, Aléoutiennes.

Lycopodium annotinum L. Morvan. RR. jusqu'au Pilat (Loire), Ardennes Belges. Manque à la Flore de l'Ouest.

Europe centrale : France, Russie ; Écosse, Scandinavie.

La liste IV comprend 32 espèces. Sur ce nombre, on est frappé de la proportion considérable (21) de celles qui manquent en Bretagne. Le fait me semble intéressant et est en rapport avec l'isolement prononcé de la contrée, dont les terrains granitiques et schisteux, limités par l'Océan, sont séparés de ceux du reste de la France par une grande largeur de terrains secondaires ou tertiaires. Parmi ces 21 espèces, on distingue aisément : 1° des plantes plus répandues dans l'Est et le Midi que dans l'Ouest et le Nord ; 2° des endémiques à aire restreinte ; 3° des plantes des montagnes qu'excluent le climat maritime, peut-être aussi la faible altitude de la Bretagne, dont le point culminant n'atteint que 391 mètres ; 4° enfin des plantes qui se retrouvent dans le Nord-Ouest et le Nord de la France.

Sur ces 21 espèces, 9 manquent à la fois en Bretagne et en Angleterre, dont on connaît les affinités géologiques. Leur absence s'explique par différentes raisons : ce sont presque exclusivement des endémiques et des plantes de l'Est et du Midi de la France. 12, qui manquent en Bretagne, se retrouvent en Angleterre : ce sont des plantes du Nord ou des montagnes. Mais il en est 4 surtout qu'on est surpris de ne pas voir en Bretagne : *Parnassia palustris, Alchemilla vulgaris, Antennaria dioica, Polypodium Phegopteris.*

REVUE DES TRAVAUX
DE TÉRATOLOGIE ET DE PATHOLOGIE VÉGÉTALES
PARUS DANS LES ANNÉES 1892, 1893 ET 1894

I. — TÉRATOLOGIE.

Nous passerons successivement en revue les mémoires ou notes qui ne s'appliquent qu'aux modifications tératologiques d'un seul organe des plantes Phanérogames, puis ceux qui ont trait à la fois à plusieurs de ces organes, enfin ceux qui se rapportent à la tératologie des plantes Cryptogames.

Tératologie de la racine.— M. ANDREÆ (1) étudie au point de vue de leur développement et de leur structure des renflements que lui ont présentés les racines de l'Ailante ; ceux-ci mesurent de 5 à 40^{mm} de diamètre, sont insérés directement sur la racine ou bien se développent sur des renflements antérieurement formés, de façon à se disposer en sortes de grappes. Il y apparaît souvent des Champignons, surtout des Pyrénomycètes, mais ils n'ont aucune influence sur la formation et le développement des renflements. L'auteur montre que ceux-ci peuvent provenir de trois causes, d'une hypertrophie des rayons médullaires, d'une torsion des racines, d'une différenciation intermédiaire exogène.

Tératologie de la tige. — Sur un individu de *Picea excelsa* âgé d'environ 40 ans et desséché, M. CIESLAR (2) a observé des excroissances de l'écorce assez régulièrement coniques, en tous les points où les rameaux donnent naissance à des rameaux secondaires ; la hauteur du cône cortical varie de $1^{cm}3$ à $3^{cm}2$. Ces excroissances prennent naissance en même temps que les rameaux se développent aux dépens des bourgeons axillaires ; elles paraissent produites par l'hypertrophie de l'écorce des bourgeons latéraux.

Elles se distinguent au point de vue anatomique par l'absence de cellules de sclérenchyme et chimiquement par une plus grande quantité de tannin ; elles ne sont pas dépourvues de résine.

(1) E. Andreæ : *Ueber abnorme Wurzelanschwellungen bei Ailanthus glandulosa* (Inaug. Dissert. 1894).

(2) Ad. Cieslar : *Ueber eine eigenthümliche Rindenbildung an der Fichte* (Centralbl. für das ges. Fortwesen Jahrg. XX, 1894).

Le phénomène de fasciation est connu depuis longtemps pour les plantes cultivées ou sauvages ; selon Gordon il est dû le plus souvent à des causes extérieures ; pour M. de Vries (1) au contraire on se trouve le plus souvent en présence d'un phénomène héréditaire, comme d'ailleurs pour les faits de torsion. Il a pu produire, en choisissant convenablement les races de plantes, de nombreux cas de fasciation ; parmi les plantes en expérience c'étaient d'ailleurs les plus fortes et sur elles les plus gros rameaux qui présentaient cette particularité ; celle-ci apparaît donc sous l'influence d'une nourriture abondante. L'auteur distingue d'ailleurs deux sortes de fasciations, dont il décrit de nombreux cas chez un grand nombre de plantes ligneuses ou herbacées, la fasciation en crête et la fasciation bifurquée ; alors que l'une peut s'observer pendant plusieurs générations successives, l'autre n'apparaît qu'accidentellement.

C'est aussi du phénomène de fasciation dont s'occupe M. Nestler (2); pour lui la seule fasciation véritable est la fascination en crête ; elle consiste dans l'élargissement du point végétatif ; il refuse ce nom aux monstruosités formées par la soudure de plusieurs axes ; la crête est constituée par le point végétatif élargi, c'est-à-dire par une ligne végétative en général ininterrompue ; dans les autres cas de fasciation on observe au contraire des points végétatifs isolés, éloignés les uns des autres et dont chacun correspond à un des rameaux soudés. L'auteur ne voit pas dans l'abondance de nourriture une cause de la fasciation ; pour lui elle ne joue qu'un rôle accessoire et ne fait qu'amplifier un phénomène qu'elle ne détermine pas ; il se trouve donc en accord avec M. de Vries qui ne voit dans un accroissement de nutrition que l'occasion d'un retour de caractères héréditaires. Quant à l'incurvation de beaucoup de fasciations elle provient, selon M. Nestler, d'une lésion mécanique survenue du côté qui devient concave.

M. Russell (3) signale de son côté un certain nombre de cas de fasciation : chez le *Cornus sanguinea*, où elle paraît résulter d'une blessure faite au voisinage du sommet d'un rameau en voie de croissance ; chez le *Phaseolus multiflorus* et le *Myoporum parviflorum*, où la fasciation semble à l'auteur produite par une nourriture abondante ; chez l'*Euphorbia silvatica* et le *Spartium junceum*, pour lesquels aucune des deux causes n'est valable.

Tératologie de la feuille.— Plusieurs auteurs se sont occupés des feuilles doubles, soit pour en signaler de nouveaux cas, soit pour relier les cas jusqu'à présent connus.

---

(1) H. de Vries : *Over de erfelijkheid der fasciatiën* (Bot. Jaarboek, X, 1894).

(2) A. Nestler : *Untersuchungen über Fasciationen* (Œsterr. Bot. Zeitsch., XLIV, 1894).

(3) W. Russell : *Observations sur quelques cas de fasciation* (Bull. de la Soc. Bot. de Fr. 1894).

M. Daguillon (1) a observé chez le *Fuchsia fulgens* des feuilles doubles qui apparaissent par suite d'une augmentation dans le nombre normal des feuilles d'un verticille, augmentation due au dédoublement d'une feuille ; mais les deux feuilles résultant de ce dédoublement restaient incomplètement soudées. Dans l'*Evonymus japonicus* on peut aussi rencontrer des verticilles de 3 feuilles, deux de celles-ci étant soudées bord à bord ; dans l'*Hedera Helix* certaines feuilles sont échancrées dans le plan de symétrie, au lieu de présenter un lobe terminal ; mais ici le cycle foliaire n'est pas modifié par l'anomalie ; un examen de la structure anatomique montre que le pétiole reste simple ; on a donc affaire à une simple bifurcation du limbe ; des *Begonia* présentent la même anomalie.

C'est à l'humidité du sol que M. Borbas (2) attribue la plupart de ces modifications foliaires ; il distingue aussi plusieurs sortes de feuilles doubles, et en outre de celles que signale M. Daguillon celles qui sont produites par la concrescence de feuilles de niveaux différents (telles sont celles qu'il a observées chez des *Ficus*, chez le *Convallaria latifolia*) ou par la concrescence des feuilles et des stipules (*Rubia*, *Viola*).

M. Klein (3) a cherché à classer les nombreux cas anormaux que présentent les feuilles et s'est, lui aussi, surtout occupé des feuilles doubles ; il étudie en détail les caractères extérieurs et la structure interne de ces anomalies chez les feuilles cycliques (*Nerium Oleander*, *Weigelia*, *Asclepias pulchrum*...) ou chez les feuilles spiralées (*Morus*, *Ficus*, *Tulipa*...) et distingue les feuilles doubles provenant de la réunion de deux feuilles, à pétiole possédant autant ou plus de faisceaux libéro-ligneux que celui des feuilles normales et se montrant divisé plus ou moins profondément en deux parties, chacune de celles-ci présentant une nervure médiane, et les feuilles divisées, pouvant avoir le même aspect extérieur que les premières, le pétiole lui-même pouvant être divisé en deux, mais possédant toujours le nombre normal de faisceaux libéro-ligneux. L'auteur montre que la méthode anatomique seule permet de décider à laquelle de ces deux catégories appartient une anomalie foliaire, et que ni les caractères extérieurs tirés de la forme de la feuille, ni ceux que présentent les stipules et les bourgeons ne fournissent de critérium valable ; à l'axe d'une feuille double il peut par exemple exister un ou deux bourgeons.

M. Arcangeli (4) a observé sur un rameau de *Cyclanthera pedata* diverses anomalies concernant les vrilles ; au niveau du nœud inférieur la vrille occupait la place d'une feuille disparue ; elle était fasciée dans sa partie inférieure et se divisait plus loin en une dizaine de rameaux ; au nœud suivant existaient deux vrilles, chacune trifurquée, avec un prolongement représentant la feuille intermédiaire ; dans le premier cas on a une concrescence de trois vrilles, qui apparaissent plus distinctes dans le second ; plusieurs des nœuds suivants portent des vrilles concrescentes se ramifiant diversement, sans présenter de feuilles ; l'auteur décrit avec détails tous ces cas et les discute ; il en résulte pour lui qu'il est difficile de considérer la vrille des Cucurbitacées plutôt comme une feuille que comme une tige ; ce serait une formation intermédiaire à ces deux organes fondamentaux, celle qu'il a désignée sous le nom de *cladophylle*.

---

(1) Daguillon : *Quelques observations tératologiques* (Bull. de la Soc. Bot. de Fr. 1894).

(2) V. Borbas : *Zwillingsblätter* (Bot. Centralbl. LV, 1893).

(3) J. Klein : *Untersuchungen über Bildungsabweichungen an Blättern* (Jahrb. für Wissensch. Bot., XXIV, 1892).

(4) Arcangeli : *Sopra varie montruosita osservate nella Cyclanthera pedata e sui viticci delle Cucurbitacee* (Atti del Congresso bot. intern. di Genova, 1893).

On connaît plusieurs cas de transformation des glandes foliaires nectarifères en folioles ; de nouveaux sont signalés chez le *Salix fragilis* par M. Borbas (1).

On conçoit que l'examen d'échantillons anormaux peut avoir déterminé la création de plusieurs espèces ou variétés ; c'est ainsi que M. Clos (2) relègue dans le domaine de la tératologie le *Cyclamen linearifolium* qui, pour lui, n'est autre chose que le *C. europæum* chez lequel la feuille n'a pas développé son limbe.

Tératologie de la fleur. — Citons tout d'abord le Mémoire de M. Celakovsky (3), qui cherche à éclairer la constitution florale par les faits tératologiques de dédoublement. On sait que, très souvent, les fleurs présentent à la place d'un phyllome normal deux ou plusieurs phyllomes apparaissant les uns contre les autres, en série collatérale ou radiale ; ce fait est surtout réalisé pour les étamines, moins souvent pour les carpelles ; les feuilles végétatives présentent, elles aussi, nous venons de le voir, le même phénomène. Or, si on considère par exemple deux feuilles opposées, dont l'une se transforme en feuille double, on observe une disposition intermédiaire entre les cycles binaire et ternaire normaux ; quelle que soit la cause qui produise ce passage d'un cycle à un autre, on peut admettre l'existence de deux forces opposées agissant simultanément, l'une tendant à produire un cycle de deux feuilles, l'autre un cycle de trois feuilles ; leur résultante amène la production d'une feuille double à la place d'une feuille ou de deux feuilles simples. Il en sera de même pour les cycles floraux ; on dira que le dédoublement est *positif* quand on passera d'un cycle à un cycle d'ordre supérieur, c'est-à-dire à phyllomes plus nombreux ; il sera *négatif* quand un cycle d'ordre supérieur sera remplacé par un cycle d'ordre inférieur, c'est-à-dire possédant moins de phyllomes. De quelle nature est le dédoublement dans les fleurs? On trouve de si nombreuses traces de réduction dans les cycles floraux que l'auteur est amené à penser que, d'une manière générale, abstraction faite des nombreuses adaptations, les fleurs présentent un processus phylogénétique de réduction; il considère donc que la marche normale est le passage d'un cycle d'ordre supérieur à un cycle d'ordre inférieur, que le dédoublement chez les fleurs est négatif.

---

(1) V. Borbas : *Ueber die Umwaldung der Blattdrüsen der Weide in Blätter* (Bot. Centralbl. LVII, 1894).

(2) D. Clos : *Le Cyclamen linearifolium D. C., simple anomalie pédonculaire du C. europæum* L. (Bull. de la Soc. Bot. de Fr., 1893).

(3) Lad.-J. Celakovsky : *Das Reductionsgesetz der Blüten, das Dedoublement und die Obdiplostemonie* (Sitzungsber. d. kön. Böhm. Gesellsch. d. wiss. — Math. Naturw. Cl. 1894).

A côté de cette première loi présidant à la réduction des cycles floraux, en existe une autre, qui est celle de l'alternance des cycles consécutifs; pour que cette seconde loi soit observée, il faut qu'à un dédoublement négatif dans un cycle corresponde un dédoublement correspondant dans les cycles isomères superposés, et de plus dans les cycles intermédiaires l'avortement ou la disparition complète des organes qui deviendraient opposés à ceux qui se forment par suite du dédoublement négatif; l'ensemble de ees deux lois constitue la *loi de réduction* de l'auteur.

M. Celakovsky analyse le dédoublement dans ses différentes formes et chez les diverses familles. Il arrive ainsi à la conception de diagrammes qui se trouvent souvent en opposition avec ceux de Eichler. Prenons l'exemple des Crucifères; le plus souvent on fait provenir les Capparidées des Crucifères en partant de l'idée que la dimérie des Rhæadinées est primitive; pour M. Celakovsky ce sont, au contraire, les Crucifères qui sont issues des Capparidées; le type primitif de la fleur des Crucifères est tétramère dans tous ses cycles; actuellement, le premier cycle d'étamines est dimère par suppression de deux étamines, le second apparaît par paires, par suite d'un dédoublement négatif incomplet; le cycle des carpelles est le plus souvent dimère; on observe donc ici une remarquable tendance à la dimérie; cette interprétation n'est pas éloignée de celle de Nägeli.

D'après M. Celakovsky, les fausses cloisons des pistils chez plusieurs familles, sont les restes de véritables parois; elles proviennent d'un dédoublement négatif incomplet; les Labiées et Borraginées actuelles dériveraient de plantes à quatre carpelles.

Suivant M. Celakovsky, les fleurs des ancêtres des Graminées possédaient un périgone hexamère, analogue à celui des Joncacées; c'est le *Streptochæte* qui réalise le type floral le plus voisin de cet état primitif; puis la fleur des Graminées a subi une réduction qui tend à la monomérie du périgone; le premier cycle est devenu monomère par la disparition du sépale antérieur et la réunion des deux postérieurs en un organe double bicaréné; quant au second cycle, il est réduit à deux petites écailles; nous verrons que nous sommes arrivés, de notre côté, à la même conception du diagramme des Graminées en nous appuyant sur des faits d'ordre tout différent.

Le dédoublement positif est très rare chez les fleurs, il n'existe guère que pour certains organes qui se transforment en une série de poils, tel que le calice des Composées.

Le nombre de notes qui paraissent annuellement et se rapportent à des anomalies florales, est très considérable ; mais on regrette que ce ne soient le plus généralement que des faits brièvement signalés, sans que la cause en soit recherchée ; les conclusions qui s'en dégagent sont trop souvent absentes, nous n'avons pas l'intention de les relater tous ici, nous ne rapporterons que les principaux.

M. Vuillemin (1) a étudié les modifications que subit l'éperon chez les *Tropæolum* et les *Pelargonium*; dans la première plante il a observé la suppression du sépale éperonné, la pélorie du calice et de la corolle, la pélorie de la corolle seule, le dédoublement du sépale éperonné, la transformation de l'éperon en un disque nectarifère, par retournement de cet éperon ; chez le *Pelargonium* l'auteur a rencontré un sépale libre à la place d'un tube adhérent, un éperon libre, une ascidie staminale au bord de l'éperon avorté ou bien en face de celui-ci.

Le même auteur (2) signale chez les Roses des cas fréquents, surtout chez les variétés prolifères, de carpelles à deux ovules; c'est ainsi que, dans la Rose Luciole, on peut distinguer trois variétés de carpelles : les uns, clos, possédant deux ovules suspendus au sommet de la loge ovarienne; d'autres, également clos, n'ayant que l'ovule normal, d'autres, enfin, sans suture et présentant deux ovules rejetés vers la portion élargie de la base de l'ovaire; ces ovules deviennent ascendants, semi-anatropes.

Dans les Ronces et dans les Roses, la présence de carpelles à deux ovules égaux est accompagnée d'une hypertrophie générale de la région qui les porte; aussi l'auteur considère le type des Rosées comme une réduction atrophique du type des Amygdalées, dont l'ovaire est biovulé; l'anomalie signalée est un retour vers un plan général d'organisation.

Une forme particulière du *Lappa minor* a été signalée par M. Ekstam (3); l'axe floral était allongé et, tout le long, s'observaient de nombreuses feuilles longuement ovales, les inférieures pétiolées, les supérieures sessiles, toutes terminées par un aiguillon recourbé; ces feuilles présentaient une série très nette de formes intermédiaires entre les feuilles normales et celles du périgone.

Des fleurs de *Galanthus nivalis* ont présenté les six feuilles de leur périgone colorées et constituées comme les feuilles externes normales (4).

---

(1) P. Vuillemin : *Modifications de l'éperon chez les Tropæolum et les Pelargonium.* (Journal de Botanique, VII).

(2) P. Vuillemin : *Sur des Roses à carpelles biovulés.* (Bull. d. l. Soc. Bot. de Fr. 1893).

(3) O. Ekstam : *Om monströst utbildade hålkfjäll hos Lappa minor* L. (Botaniska Notiser, 1894.)

(4) V. Borbas : *Eine isendochlamyde Form von Galanthus nivalis* (Bot. Centralbl., LX, 1894).

M. **Wright** (1) a signalé chez l'*Epidendrum vitellinum*, une pélorie régulière, réalisée par les sépales et les pétales ; les étamines s'étaient séparées l'une de l'autre et étaient devenues plus ou moins pétaloïdes : on ne rencontrait pas trace de pollen ni d'ovules dans ces fleurs.

Une nouvelle monstruosité présentée par les fleurs de Pavot est rapportée par M. **Sautermeister** (2) ; elle consiste essentiellement en une prolifération des feuilles carpellaires dans le voisinage de l'axe ; un pédoncule issu de cette région porte des organes sexuels dégénérés.

M. **Ekstam** (3) a observé une virescence chez les *Cornus Suecica* dont le périgone offre une étonnante variabilité ; dans la plupart des cas, deux feuilles opposées étaient vertes, les deux autres blanches ; rarement elles étaient toutes les quatre vertes ; certaines étaient blanches dans leur partie médiane et vertes sur leurs bords.

Dans des fleurs de *Primula sinensis*, normales sous tous les autres rapports, le même auteur a rencontré des organes semblables à des staminodes entre le calice et la corolle ; insérés à la base de la corolle, ils atteignaient ordinairement l'extrémité du tube pétalaire.

Des fleurs d'*Ajax odorus* ont présenté à M. **Arcangeli** (4) plusieurs dispositions tératologiques ; certaines possédaient un périgone fendu longitudinalement, dont les parties constitutives s'élargissaient d'un côté, de façon à faire paraître les fleurs zygomorphes ; il n'était pas rare de rencontrer des fleurs dimères ou tétramères. Le pollen de toutes ces fleurs était stérile, les ovules paraissaient extérieurement normalement constitués, mais leur structure était différente de celle des ovules normaux. L'auteur pense que l'*Ajax odorus* doit être une forme hybride du *Narcissus Jonquilla* et de l'*Ajax Pseudonarcissus*.

Certains exemplaires d'Aulne observés par M. **Maly** (5), présentaient une hypertrophie des rameaux à fleurs mâles, déterminée par un nombre anormalement considérable de châtons mâles ; cette hypertrophie vient donc se ranger parmi les *polycladies* de Frank ; alors que les rameaux ordinaires ont de 2 à 5 châtons mâles, on en observait ici jusqu'à 20.

Plusieurs cas tératologiques signalés par M. **Heinricher** (6) chez les Scrofularinées éclairent la constitution florale de ces plantes. Le staminode du *Pentastemon barbatus*, peut se transformer en une étamine ayant une moitié d'anthère bien développée et ne présentant pas les poils des staminodes normaux; de même le *Pentastemon digitalis* peut offrir un staminode transformé en une étamine bien développée ; dans d'autres fleurs les étamines antérieures étaient stériles, certaines fleurs étaient hexamères avec les deux étamines antérieures réduites à des staminodes. La Digitale a présenté à l'auteur des fleurs hexamères à 5 ou 6 étamines, le *Linaria vulgaris* des fleurs à 5 étamines, les fleurs de *Gratiola officinalis* étaient pourvues de staminodes au début de la période de floraison, et ceux-ci disparaissaient à la fin de la même période.

---

(1) Wright : *On the double flower of Epidendrum vitellinum Lindl.* (Annals of Botany, VIII, 1894.)

(2) Sautermeister : *Proliferirender Mohn* (Suddeutsche Apoth. Zeitg nº 130).

(3) O. Ekstam : *Teratologische Beiträge* (Ofversigt af Kongl. Vetenskaps. Akad. Förhandligar, 1894)

(4) Arcangeli : *Sopra varie monstruosita dell' Ajax odorus Car. e della sua probabile origine* (Bull. d. Soc. Bot. Ital. 1893).

(5) C. Maly : *Eine monstrose Bildung bei der Grauerle* (Bot. Centralbl. LIV).

(6) E. Heinricher : *Neue Beiträge zur Pflanzenteratologie und Blüthenmorphologie, 3. Studien an der Blüthen einiger Scrofulariaceen* (Oesterr. bot. Zeitschr., 1894).

M. **Duchartre** (1) a observé chez une Clématite cultivée un passage très net de feuilles normales aux sépales pétaloïdes de la fleur; au-dessous d'une fleur semi-double, on remarquait un verticille de 6 à 8 feuilles, dont quelques-unes avaient pris, à des degrés différents, la coloration blanche et la minceur des sépales, ainsi que leur forme; l'entre-nœud qui séparait ce verticille de la fleur mesurait 7 à 8^{cm}; dans un autre exemplaire, le verticille surajouté était immédiatement subfloral; l'axe qui le séparait de la fleur n'avait que 1^{mm} et était devenu laineux.

Parmi des *Salpiglossis sinuata* cultivés, M. **de Vilmorin** (2) a rencontré des individus dont la corolle faisait défaut; le pistil était très court, les fleurs plus nombreuses et les capsules à graines plus abondantes; ces graines, semées, donnaient naissance à des individus présentant les mêmes caractères; il est intéressant de constater que ceux-ci ont été de suite fixés, parce qu'ils correspondent à un minimum de dépense pour la plante.

Deux exemplaires de *Geum rivale* ont offert à M. **Bucherer** (3) des fleurs anormales. Le premier présentait une seule de ces fleurs, où tous les organes étaient très développés, les sépales transformés en feuilles vertes et les carpelles inférieurs en pétales ; le second offrait 13 fleurs de conformation différente, mais toutes anormales et pouvant se ranger suivant 5 types ; dans un premier type les étamines étaient atrophiées et le pistil virescent ; dans un second les étamines et le pistil présentaient le phénomène de phyllodie, des fleurs primaires portaient des fleurs secondaires atrophiées ; les fleurs primaires étaient elles-mêmes atrophiées dans le troisième et le quatrième types ; le cinquième offrait la phyllodie du calice et la réduction de tous les autres organes.

La plupart des auteurs considèrent l'épillet de l'*Anthoxanthum odoratum* comme formé par l'ensemble de deux glumes, de deux fleurs infertiles réduites à deux glumelles ayant une arête apparente, et enfin d'une fleur complète dont les glumelles sont à peu près semblables. Döll et Eichler considèrent que les cinquième et sixième glumelles, celles de la fleur complète, constituent le cycle externe d'un périgone, que toutes les glumelles sont sur le même axe et que la fleur est terminale. M. Holm (1) a observé des échantillons anormaux de cette plante dans lesquels les troisième et quatrième glumelles se rapprochaient par leur constitution des deux glumes, leur arête devenant très courte ; cette anomalie viendrait à l'appui de l'opinion de Döll, qui considère les troisième et quatrième glumelles comme étant différentes de la cinquième. Dans d'autres épillets on trouvait, outre les deux glumes inférieures, trois glumelles à arête ayant l'aspect des troisième et quatrième glumelles normales ; la seconde était accompagnée d'une glumelle supérieure, la troisième protégeait un pistil rudimentaire ; ce fait, ajouté à celui de l'allongement de l'axe, prouve, d'après l'auteur, que l'épillet de l'*A. odoratum* est constitué par trois fleurs latérales, dont la supérieure seule est développée.

---

(1) P. Duchartre : *Monstruosité foliaire et florale d'une Clématite.* (Bull. d. l. Soc. Bot. de Fr. 1894).

(2) H. de Vilmorin : *Sur un Salpiglossis sinuata R. et P., sans corolle* (Bull. d. l. Soc. Bot. de Fr. 1894).

(3) Em. Bucherer : *Ueber Prolification und Phyllodie bei Geum rivale* (Ber. d. D. bot. Gesellsch. 1892).

M. Bela Pater's (2) signale, de son côté, plusieurs anomalies de la fleur chez les Graminées ; il a observé dans le Maïs des épis femelles se terminant à leur extrémité en une région feuillue ; un autre épi donnait naissance à treize épis latéraux ; enfin, certains épis mâles présentaient des ovaires. Le *Lolium perenne* lui a présenté très communément des épillets ramifiés à divers degrés ; de l'étude des irrégularités présentées par cette espèce, l'auteur conclut à une parenté entre les *Lolium* et les *Festuca* ; ces irrégularités seraient héréditaires.

Les fleurs de plusieurs espèces de *Juncus* présentent assez souvent le phénomène de viviparie ; mais, dans certains cas, il n'en existe que l'apparence extérieure ; c'est ainsi que dans les échantillons de *Juncus bufonius*, observés par M. Potonié (3), la région florale présentait des grappes de feuilles, mais qui ne provenaient pas de fleurs transformées ; plus tard apparaissaient des fleurs mal développées ; la constitution de ces dernières semblait être due aux conditions particulières dans lesquelles végétaient les individus considérés (ils se trouvaient en pots dans une chambre). Ils offraient un passage à des formes de *J. bufonius* qu'on rencontre dans la nature ; c'est ainsi, suivant l'auteur, que se constituent les variétés *fasciculatus* et *compactus ;* la plasticité de ces plantes explique leur extension cosmopolite.

M. Molliard (4) a observé dans des carpelles de fleurs doubles de

---

(1) Th. Holm : *Notes of the flowers of Anthoxanthum odoratum* L. (Proceed. of the United-States National Museum, XV, 1892).

(2) Bela Pater's : *Einige Unregelmassigkeiten des Blütenstandes der Gramineen.*

(3) H. Potonié : *Pseudo Viviparie ou Juncus bufonius* L. (Biolog. Centralbl. XIV).

(4) M. Molliard : *Sur les particularités que présentent les fleurs doubles du Petunia hybrida* (Bull. de la Soc. bot. de France, 1893).

Petunia hybrida des organes ayant tout à fait la forme extérieure d'ovules et contenant à leur intérieur des grains de pollen ; l'auteur est tenté de les regarder comme des ovules dont le tégument s'est soudé au nucelle dans toute son étendue, même dans la région micropylaire et où le sac embryonnaire serait remplacé par des cellules mères de grains de pollen.

Tératologie de la graine. — M. Solla (1) cite un cas où une graine de *Ceratonia siliqua* contenait deux embryons de constitution normale ; les cotylédons étaient seulement plus courts et plus larges, et leur grand axe se trouvait perpendiculaire à l'axe de la graine, au lieu de se confondre avec lui.

M. Schrenk (2) a observé également plusieurs anomalies chez les graines.

C'est ainsi qu'une graine de *Phaseolus multiflorus* lui a présenté un hypocotyle divisé en deux parties, chacune d'elles reliée à un cotylédon ; la gemmule était indivise ; à la germination, une seule partie de l'hypocotyle se développait normalement ; chez la même plante, l'auteur a rencontré un grand nombre de graines à trois cotylédons ; à la germination, il apparaissait un cycle de trois feuilles primordiales ; puis les feuilles devenaient opposées et enfin alternaient ; les graines provenant de ces plantes ont été semées ; toutes présentaient deux cotylédons normaux. Dans le *Zea Mays*, l'auteur a rencontré deux embryons dans le même caryopse ; ces deux embryons pouvaient se développer également à la germination.

On ne connaissait jusqu'à présent de rares cas de synspermie que chez les Angiospermes ; le *Gingko biloba* en a présenté un à M. Pirotta (3) ; les téguments de deux graines étaient concrescents ; les deux endospermes et les embryons étaient tout à fait indépendants ; à la germination, les deux plantules se sont développées.

M. Gain (4) signale des glands de Chêne, ayant la forme extérieure normale, mais chez lesquels la radicule était latérale, les deux cotylédons ayant un plan de séparation à peu près perpendiculaire à l'axe longitudinal du gland.

Le mémoire de M. Winkler (5) ne rentre pas, à proprement parler, dans la tératologie ; laissant de côté les déviations individuelles de la germination normale, l'auteur ne s'occupe que des cas de germination qui, typiques pour l'espèce ou le genre considéré, s'écartent du développement ordinaire des Dicotylédones, les seules plantes considérées ; de nombreuses observations personnelles viennent s'ajouter aux faits déjà connus ; on trouvera dans ce mémoire tous les renseignements bibliographiques concernant cette question, sur laquelle nous ne nous étendrons pas.

---

(1) R. F. Solla : *Caso di poliembrionia nel Carubo* (Bull. d. Soc. bot. ital., 1893).

(2) H. Schrenk : *Teratological notes* (Bull. of the Torrey bot. Club, XXI, 1894).

(3) R. Pirotta : *Intorno ad un caso di sinspermia nella Gingko biloba* (Bull. d Soc. bot. ital. 1893).

(4) Ed. Gain : *Sur une plantule anormale de Quercus pedunculata* (Bull. Soc. Bot. d. Fr., XLI, 1894).

(5) Winkler : *Anormale Keimungen* (Verhandl. des Bot. Vereins d. Prov. Brandenburg, 1894, XXXVI).

(*A suivre*). M. Molliard.

REVUE DES TRAVAUX

DE

PHYSIOLOGIE ET CHIMIE VÉGÉTALES

PARUS DE JUIN 1891 A AOÛT 1893 *(Fin)*.

Les éléoleucites se trouvent dans le cytoplasme, au voisinage du noyau. Pour séparer de la masse plasmique du leucite les inclusions huileuses, il suffit de chauffer la coupe dans une goutte d'eau; la masse fondamentale se contracte.

Cette masse fondamentale se dissout dans l'hydrate de chloral; on peut aussi mettre la substance grasse en liberté. Libre ou incluse, celle-ci noircit par l'acide osmique.

Elle est, d'autre part, soluble dans l'alcool, qui, au contraire, fixe la masse générale.

— En plus des diverses catégories de leucites déjà connus, et au sujet desquels il a établi les faits nouveaux que nous venons de résumer, M. Zimmermann a reconnu, dans certaines cellules, la présence de granulations qui n'avaient pas encore été décrites.

Ces granulations, qui ne se composent guère que de matières protéiques, et qui, par suite, sont voisines des leucites, sont appelées par M. Zimmermann des *granules*.

On les observe dans un assez grand nombre de Phanérogames et de Cryptogames vasculaires; ils paraissent manquer dans les Algues et dans les Mousses.

Presque toujours ils ont une forme sphérique; ils sont rarement allongés comme dans les jeunes feuilles de *Polypodium ireoides*. Ils sont rarement plus petits que les chloroleucites; leur grosseur la plus ordinaire est à peu près celle des nucléoles. Cependant la taille et le nombre peuvent varier suivant la plante et l'organe.

Dans la cellule, leur position n'est pas toujours la même : ils sont rarement répandus dans toute la couche pariétale; ils sont plutôt au voisinage des chromoleucites, et surtout autour du noyau.

Ils ne renferment ni amidon, ni matières grasses, ni tannin. Comparés aux leucosomes, ils se distinguent bien de ces corps par le caractère suivant : traités par une solution de 1 pour 100 d'acide formique, et de 5 pour 100 de bichromate de potasse, ils sont fixés, tandis que, dans les mêmes conditions, les leucosomes sont détruits.

Comme les leucites, les granules ont une grosseur qui est en rapport avec la quantité des matières nutritives fournies; la lumière paraît sans influence.

Un des points sur lesquels le désaccord est le plus grand entre les auteurs, au sujet des leucites, est celui qui se rapporte à leur structure intime.

MM. Meyer, Schimper et Zimmermann admettent que les chloroleucites et les chromoleucites présentent une structure composée, en raison des *grana* qu'ils contiennent, tandis que MM. Tschirch et Bredow veulent y voir une structure lacuneuse spongieuse. M. Schwarz, de son côté, considère le stroma des leucites comme fibrilleux, les fibrilles étant réunies par une substance fondamentale, la métaxine.

M. Chodat (1), en présence de ces contradictions, a repris cette étude. Il a examiné, dans ce but, un assez grand nombre de plantes, entre autres quelques *Protococcus*, le *Trentepohlia umbrina*, le *Calanthe Sieboldi*, diverses espèces d'*Anthurium* et de *Narcissus*, le *Solanum pseudocapsicum* et le *Capsicum chilense*, dont le fruit est un des meilleurs objets d'étude.

La conclusion de M. Chodat est conforme aux vues de MM. Pringsheim et Tschirch.

Les leucites seraient « formés par un plasma ou stroma incolore dédaliforme, circonscrivant des lacunes de forme irrégulière et subdivisées elles-mêmes plus ou moins par des ramifications latérales des bandes du stroma. Ces lacunes sont plus ou moins nombreuses suivant les leucites examinés. Leur contour est toujours irrégulier, mais les arêtes des bandes du stroma sont émoussées, arrondies. » Elles sont tantôt régulièrement, tantôt irrégulièrement disposées.

M. Chodat, toutefois, se sépare de M. Tschirch en ce qu'il n'admet pas la présence d'une membrane distincte autour des leucites.

Pour lui, la zone continue externe, qui est le revêtement des leucites, n'est que la substance primitive du stroma non lacuneux, et non pas une membrane.

C'est exclusivement dans les lacunes de cette masse spongieuse que, d'après M. Chodat, se trouve le pigment, chez les leucites colorés. Jamais la matière colorante n'imprègne le stroma; elle tapisse seulement, d'une couche mince, les parois des interstices.

Quant aux grains d'amidon, l'auteur affirme que tous ceux qu'il a examinés en voie de croissance étaient toujours munis d'un leucite.

Sur ce point, M. Chodat partage donc entièrement l'opinion de M. Schimper, qui est bien, en définitive, il faut le constater, celle de la plupart des auteurs.

M. Belzung (2) cependant, à la suite de nouvelles recherches, soutient toujours l'opinion contraire qu'il a émise, on se le rappelle, il y a quelques années déjà, et qu'il n'a, depuis ce temps, cessé de défendre en s'appuyant sur des observations nombreuses.

---

(1) Chodat : *Contribution à l'étude des plastides*. (Archives des sciences physiques et naturelles. Genève. Fév. 1891).

(2) Belzung : *Marche totale des phénomènes amylochlorophylliens*. (Journal de Botanique. 1895).

Le dernier travail de M. Belzung est l'exposé général et le résumé de toutes ces observations.

Sans entrer dans le détail des critiques auxquelles, chemin faisant, l'auteur soumet un certain nombre des théories récentes, en particulier celles qui ont trait à la synthèse des hydrates de carbone à la suite de l'assimilation — et pour toute cette discussion, qui n'est pas sans intérêt, nous renvoyons au mémoire assez long de M. Belzung — nous reproduisons ici à peu près textuellement les conclusions de l'auteur.

Les phénomènes chlorophylliens ont été successivement envisagés par lui : dans l'embryon en voie de formation, dans l'embryon en voie de germination, dans la feuille verte adulte, enfin dans le fruit.

1° En premier lieu, en ce qui concerne l'embryon naissant, avant la maturité de la graine, M. Belzung tient fermement le grain d'amidon pour la formation première, issue de l'activité protoplasmique, et le corps chlorophyllien pour la formation consécutive. Et il ne lui paraît pas contestable que le grain amylacé intervienne dans l'élaboration du corps chlorophyllien, dont il occupe temporairement la place, même dans le cas où l'on considérerait encore comme leucites, avec M. Schimper, ces formations qui, pour M. Belzung, ne sont encore, à cet âge, que des vacuoles protoplasmiques.

Le pigment chlorophyllien est ordinairement diffus dans le protoplasme des jeunes embryons. Ce n'est que rarement que de véritables corpuscules verts, bien nets, prennent naissance dès cette époque : parmi les espèces qui manifestent une semblable accélération dans le travail génésique, on peut citer *Lupinus mutabilis*, *L. albus*, *Pisum sativum*.

Toujours est-il que le substratum des futurs corps chlorophylliens (le leucite) est constitué lorsque la graine arrive à maturité. Les leucites se présentent alors sous la forme de petites masses granuleuses, incolores ou jaunâtres, qui n'auront qu'à verdir, au cours de la germination, pour être complètement constitués.

Les corps chlorophylliens, ou tout au moins leur substratum, se forment dans le jeune embryon de la manière suivante :

Le protoplasme, qui est toujours constitué en réseau, élabore des grains d'amidon simples, qui se déposent çà et là dans ses mailles. Puis, par une sorte de croissance intravacuolaire, le protoplasme des vacuoles amylifères, alimenté par le grain d'amidon et les principes dissous du suc, envahit peu à peu ces vacuoles, et constitue de la sorte le leucite, tandis que, petit à petit, le grain d'amidon est résorbé.

Il faut faire exception toutefois pour les grains d'amidon qui doivent constituer la réserve nutritive de la graine mûre, dans les cotylédons du Haricot et du Pois par exemple; ceux-là s'accroissent simplement dans les mailles où ils se sont originellement déposés, et ils les distendent progressivement jusqu'à les remplir entièrement.

Quand l'embryon a achevé son développement et qu'il ne lui reste plus qu'à se dessécher pour être mûr, deux cas se présentent : tantôt le protoplasme renferme tout à la fois des grains simples d'amidon de réserve, très développés, et des leucites avec ou sans trace de leur amidon transitoire générateur (Haricot); tantôt, par contre, il présente uniquement des leucites composés chacun d'un réseau plasmique à mailles serrées.

Ce dernier cas, dont le Lupin blanc offre un exemple, est dû à ce que l'embryon n'élabore pas d'amidon de réserve et que, d'autre part, les granules amylacés qui interviennent dans le développement des corps chlorophylliens, sont employés intégralement à ce travail d'organisation.

2° Pendant la germination de la graine, on retrouve des phénomènes analogues aux précédents, à cette différence près qu'à cet âge il préexiste des leucites mieux constitués.

En effet, dès les premiers jours de la germination, des grains d'amidon nés de la transformation de réserves cotylédonaires, notamment de l'aleurone dans le Lupin blanc, apparaissent dans les leucites encore incolores que renferme l'embryon mûr, et ils s'y déposent par petits groupes, constituant des grains d'amidon composés.

Or, au fur et à mesure que le verdissement de l'embryon s'accentue et que la masse des corpuscules verts devient plus abondante, les granules amylacés se résorbent : ils sont donc transitoires pour la même raison que ceux du premier âge, à savoir parce qu'ils font partie des matériaux d'édification des grains verts.

Suivant l'organe et la plus ou moins grande profondeur des tissus, cette transformation des grains d'amidon en grains de chlorophylle est plus ou moins complète.

3° A partir du moment où la plante, devenue verte, assimile, c'est un phénomène inverse des précédents qui se produit.

Dans les organes verts adultes, notamment dans les feuilles, les granules amylacés qui prennent naissance, à la lumière, dans la masse des corps chlorophylliens, sont manifestement un produit de l'activité assimilatrice de ces derniers.

Eu égard, d'une part à la substitution plus ou moins complète des grains d'amidon à des grains de chlorophylle dans le carpelle, par une sorte d'exagération du phénomène d'amylogenèse dont les grains verts normaux des feuilles sont le siège; d'autre part, au fait réciproque de la nécessité du grain d'amidon dans la genèse même des grains verts, M. Belzung considère les granules amylacés, nés de l'activité diurne des feuilles, comme l'un des produits du dédoublement de la substance même des corps chlorophylliens en voie d'assimilation, dédoublement lié à la vie même de ces formations. Cet amidon serait, en d'autres termes, comme le produit figuré d'une sorte de sécrétion de la matière verte, c'est-à-dire d'un phénomène complexe entre tous, exigeant, pour se manifester, la mise en œuvre de l'ensemble des matériaux de nutrition.

En conséquence, au lieu d'admettre la synthèse de l'amidon aux seuls dépens du carbone (de l'acide carbonique) et de l'eau, au sein des corps chlorophylliens, M. Belzung pense que ce carbone est incorporé, avec les autres principes minéraux alimentaires, à la substance même des corpuscules verts, ces derniers devenant ainsi le siège, non seulement de l'assimilation du carbone, mais de l'assimilation totale, ce qui est, en somme, le but immédiat de la vie de la feuille.

Et c'est comme manifestation de ce travail complexe d'organisation, et non d'une simple fixation d'eau sur le carbone, que doit être considérée l'apparition de l'amidon au sein des grains verts.

4° En ce qui concerne le fruit, l'intérêt de l'étude de cette région de la plante réside dans le fait, cité plus haut, que les grains de chlorophylle, d'abord très nets et très actifs, comme ceux des feuilles normales, se remplissent peu à peu d'amidon, et finissent par ne plus être représentés que par une mince pellicule, elle-même parfois difficile à reconnaître, tant la substance granuleuse albuminoïde y est devenue rare.

Vert et dépourvu d'amidon au début, le fruit devient plus tard un organe farineux, jaunâtre ou décoloré, quand il est sur le point de se dessécher.

De là la notion de la dégénérescence amylacée des corps chlorophylliens, comparable à la fonte totale d'une cellule glandulaire, d'où naît un produit de sécrétion.

En résumé, donc, le grain vert naît, sous l'action protoplasmique, de la synthèse de la matière amylacée et d'un ensemble d'autres substances empruntées au suc cellulaire; mais, inversement, il peut reconstituer son hydrate de carbone générateur en se décomposant, cette décomposition étant : ou masquée par une assimilation active, comme dans la feuille adulte; ou rendue apparente, comme dans le fruit en voie de dégénérescence.

Les deux phases essentielles de la vie de la plante, savoir la phase embryonnaire, pendant laquelle la cellule verte édifie sa structure aux dépens de matériaux qu'elle n'a pas élaborés, et la phase adulte, pendant laquelle son activité créatrice se manifeste à son tour en vue de nouveaux états embryonnaires, offriraient ainsi, en ce qui a trait aux phénomènes chlorophylliens, un remarquable exemple de réversibilité organique.

Henri Jumelle.

Le Gérant, Th. Clerquin.

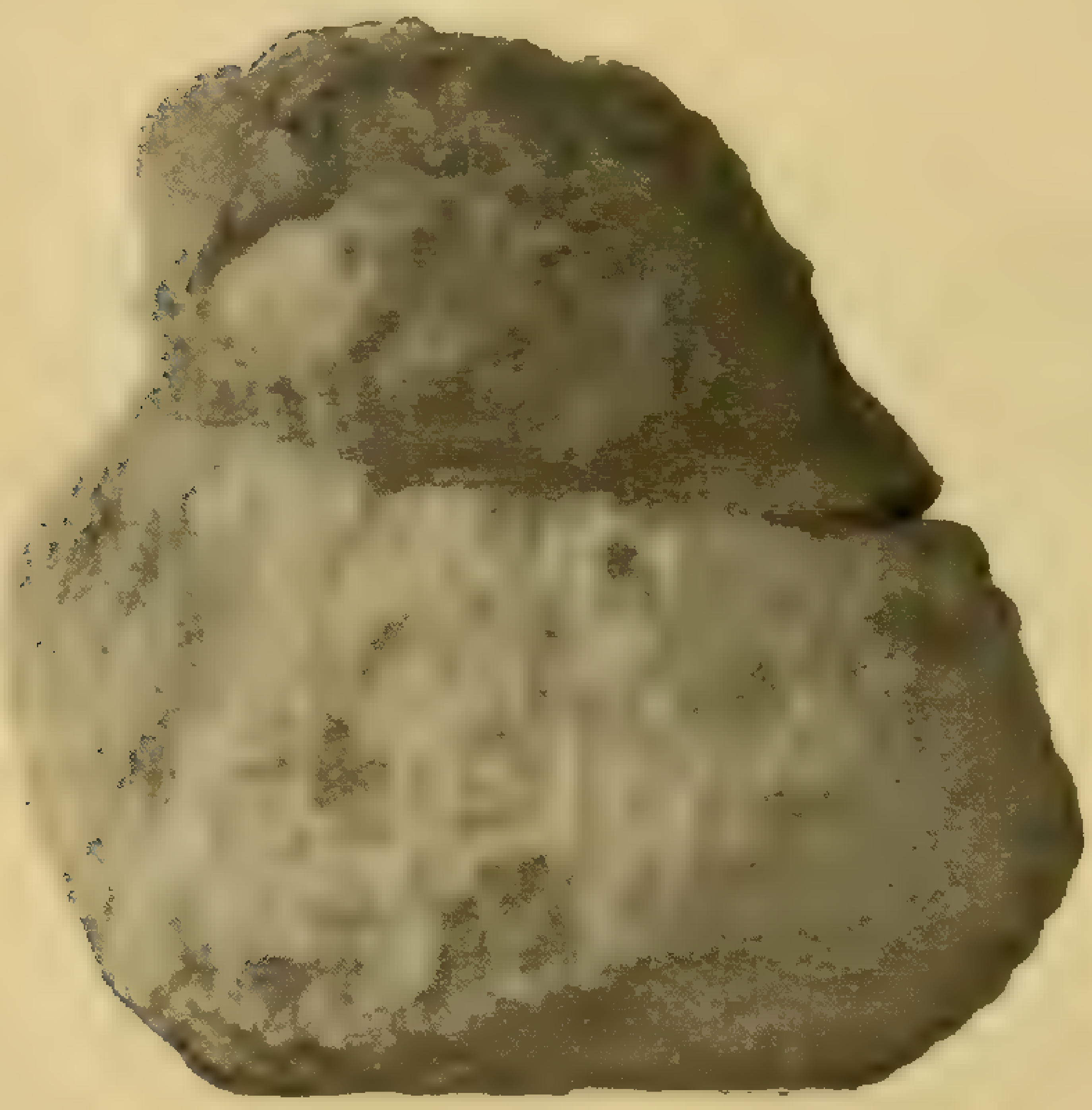


Fig. 1.

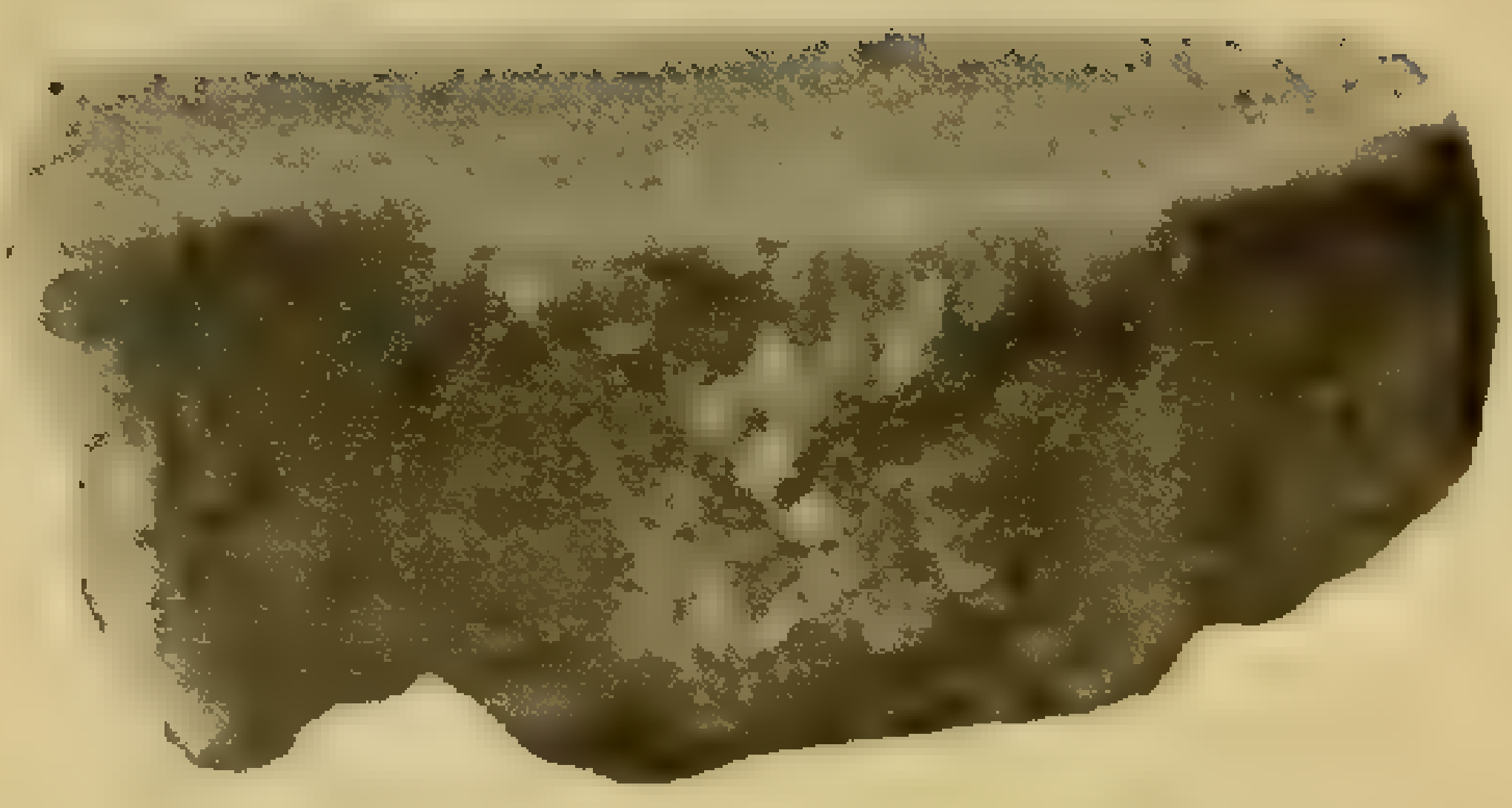


Fig. 2.

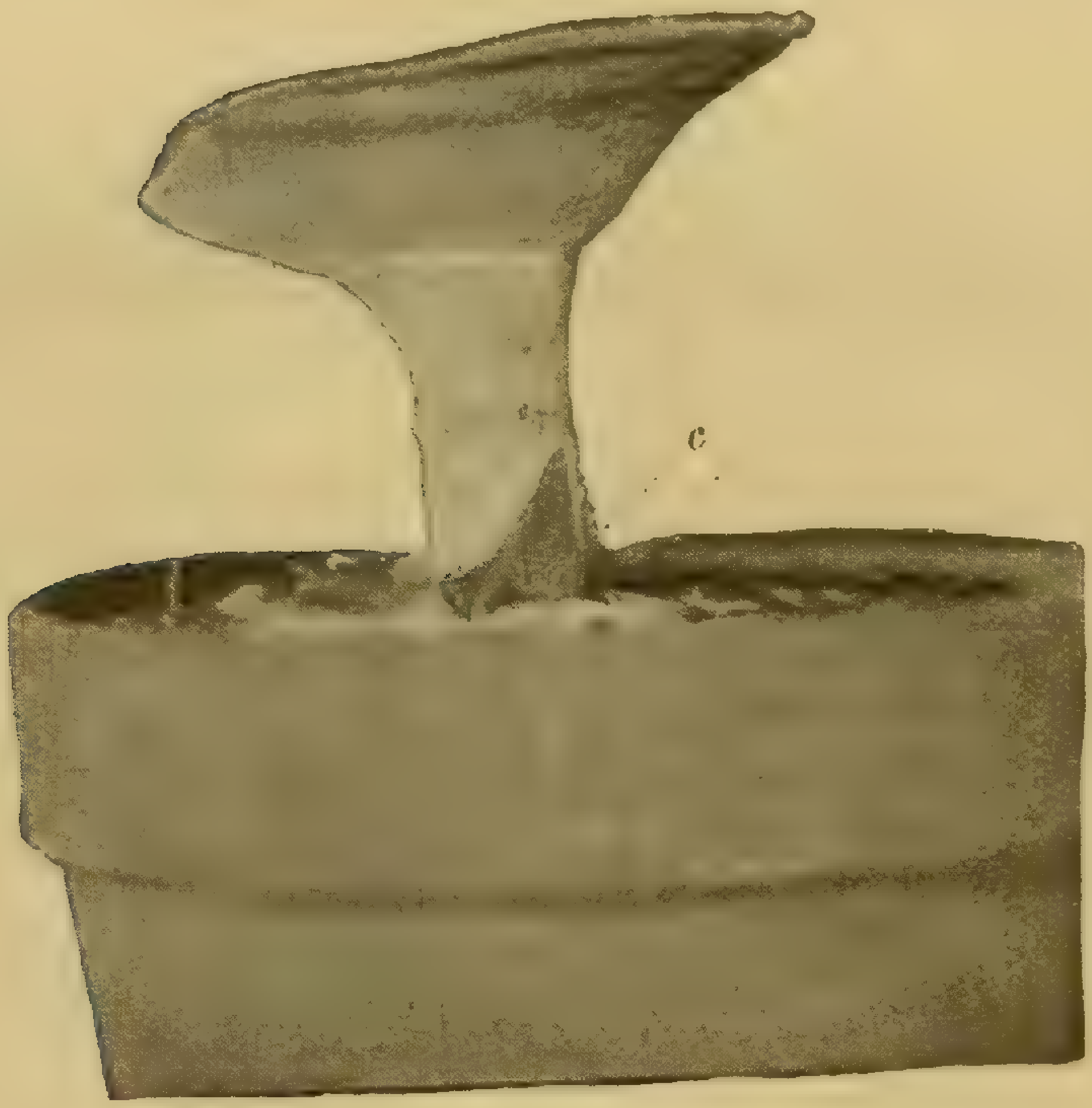


Fig. 3.

Bordier sc. *Imp. Le Bigot.*

Culture de la « pietra fungaia ».

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages, avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Les six premiers volumes, dont les sommaires se trouvent ci-dessous, sont en vente au prix de **20** *francs chacun.*

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* on droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

Sommaires des six premiers volumes de la

Revue générale de Botanique :

Tome I. — *(676 pages, 26 planches et 133 figures dans le texte).* — BORNET : *Ectocarpus fulvescens.* — GUIGNARD : Anthérozoïdes. — BONNIER : Végétation de la vallée de Chamonix ; Lichens et protonémas des Mousses ; Renonculacées de la Flore de France. — JUMELLE : Assimilation et transpiration chlorophylliennes ; Développement des plantes annuelles. — KOLDERUP-ROSENVINGE : Organisation polaire et dorsiventrale des plantes. — DE PLANTA : Crosnes du Japon. — DE SAPORTA : Palmiers fossiles. — DUPRAY : Nouvelle espèce de *Spirogyra.* — PRILLIEUX : Tumeurs à Bacilles de l'Olivier et du Pin d'Alep. — DUFOUR : Nouvelle espèce de Chanterelle ; Gravure photographique ; Nouvelle espèce de *Psatyrella.* — TRABUT : *Abies numidica.* — SEIGNETTE : Les tubercules. — COSTANTIN : *Alternaria* et *Cladosporium.* — POULSEN : Phanérogame sans chlorophylle. — MASCLEF : Hellébores.

Revues : Anatomie (LECLERC DU SABLON) ; Champignons (COSTANTIN) ; Technique (DUFOUR) ; Lichens (HUE) ; Plantes de l'Asie (FRANCHET) ; Physiologie végétale (JUMELLE) ; Paléontologie végétale (DE SAPORTA).

Tome II. — *(516 pages, 25 planches et 203 figures dans le texte).* — BATTANDIER et TRABUT : *Pancratium Saharæ.* — CURTEL : Transpiration et assimilation pendant les nuits norvégiennes. — FLOT : Structure de la tige des arbres. — HECKEL : Nouvelle espèce de l'Afrique. — LESAGE : Feuilles des plantes maritimes. — BONNIER : La vallée d'Aure ; Berbéridées, Nymphéacées, Papavéracées et Fumariacées de la France ; Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. — DAGUILLON : Feuilles des Conifères. — RUSSELL : Cladodes du petit Houx ; Appareil sécréteur des Papilionacées ; *Vicia sepium.* — JUMELLE : Le Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau ; Influence des anesthésiques sur la transpiration. — BRANDZA : Hybrides. — LECLERC DU SABLON : Sommeil des feuilles. — AUBERT : Acides organiques chez les plantes grasses. — DE LAGERHEIM : Un parasite de la Vigne. — DANIEL : Tannin des Composées. — FRANCHET : Bambusées à étamines monadelphes. — POULSEN : Grains d'aleurone

Revues : Algues (FLAHAULT) ; Botanique forestière (HENRY) ; Paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; Physiologie et Chimie végétales (JUMELLE) ; Lichens (HUE) ; Anatomie (LECLERC DU SABLON) ; Bactéries et fermentations (BOUTROUX) ; Plantes de la France (MASCLEF).

Tome III. — (*560 pages, 20 planches et 74 figures dans le texte*). — BRANDZA : Téguments de la graine. — RUSSELL : Ascidies de Chou. — DEVAUX : Porosité du fruit des Cucurbitacées. — BORDET : *Carex.* — AUBERT : Appareil de MM. BONNIER et MANGIN pour l'analyse des gaz. — VIALA : Maladie des greffes boutures ; Maladie des raisins. — PRUNET : Perforation des Pommes de terre par le Chiendent. — FAYOD : Structure du protoplasma. — JUMELLE : Assimilation et transpiration chlorophylliennes. — DANIEL : Influence du drainage et de la chaux. — BASTIT : Tige et feuille des Mousses. — CONWAY MACMILIAN : Plantes européennes introduites dans le Minnesota. — TRABUT : Champignons parasites du Criquet pèlerin ; *Riella.* — DANIEL ; Racines napiformes transitoires. — COSTANTIN : Culture des Basidiomycètes. — MAGNIN : *Cyclamen europæum.*

Revues : Plantes de la France (MASCLEF) ; Champignons (COSTANTIN) ; Physiologie et chimie végétales (JUMELLE) ; Technique (DUFOUR).

Tome IV. — *(588 pages, 23 planches et 70 figures dans le texte).* — TRABUT : *Quercus Mirbeckii.* — MASCLEF : *Pteris aquilina* sur le calcaire. — RUSSELL : Inflorescence mâle du Noyer. — JUMELLE : Recherches physiologiques sur les Lichens. — DEWÈVRE et BORDAGE : Mouvements des végétaux. — LECLERC DU SABLON : Tubercules des Equisétacées ; Maladie du Platane. — PRUNET : Plantes et insectes. — HERVIER : Plantes d'Espagne. — BONNIER : Réviviscence des plantules desséchées ; Variations de pression dans la Sensitive. — AUBERT : Respiration et assimilation des plantes grasses. — DE JANCZEWSKI : *Anemone.* — JACOB DE CORDEMOY : Liliacée exotique. — COSTANTIN et DUFOUR : La Môle. — GIARD : *Lachnidium acridiorum.* — DE LAMARLIÈRE : Les feuilles à l'ombre et au soleil.

Revues : Physiologie et chimie végétales (JUMELLE) ; Lichens (HUE) ; Anatomie (PRUNET) ; Bactéries et fermentations (BOUTROUX) ; Plantes de la France (MASCLEF).

Tome V. — (*544 pages, 22 planches et 211 figures dans le texte*). — DUCHARTRE : *Rosa sericea.* — BONNIER : Transmission de la pression à travers les plantes ; Alphonse de Candolle. — BOUDIER : Tubercules pileux de certains Agarics. — PRUNET : Tubercules de la Pomme de terre. — RUSSELL : Sur les pelotes marines. — COSTANTIN : Convergence des formes conidiennes. — NAUDIN : Fécondation des *Phœnix.* — MESNARD : Pureté de certaines essences végétales. — WARMING : Géographie botanique de Lagoa Santa (Brésil). — DE LAMARLIÈRE : Développement de quelques Ombellifères. — MAGNIN : Végétation des lacs du Jura. — JACCARD : La pression des gaz et le développement des végétaux. — BRIQUET : Florule du Mont Soudine (Alpes d'Annecy). — BOULANGER : *Matruchotia varians.* — PALLADINE : Respiration des feuilles vertes et étiolées. — LECLERC DU SABLON : Anatomie de la tige de la Glycine. — LOTHELIER : Les plantes à piquants. — COSTANTIN et DUFOUR : Action des antiseptiques sur la Môle.

Revues : Lichens (HUE) ; Algues (FLAHAULT) ; Paléontologie végétale (DE SAPORTA) ; Botanique forestière (HENRY) ; Bactéries et fermentations (BOUTROUX).

Tome VI. — *(544 pages, 21 planches et 57 figures dans le texte).* — DANIEL : La greffe ; Applications de la greffe herbacée. — PRUNET : Propagation du Pourridié. — FLOT : Procédés de micrographie. — HOULBERT : Propriétés optiques du bois. — MESNARD : Parfums des plantes. — DEVAUX : A. Merget. — MER : Chaudron de Sapin. — NAUDIN : Littoral de la Provence. — PALLADINE : Rôle des hydrates de carbone dans la résistance à l'asphyxie. — TRABUT : *Marsilia* ; *Œdomyces leproides.* — DE SAPORTA : *Rhizocaulon.* — PRUNET : Répartition des engrais. — COSTANTIN et MATRUCHOT : Vert-de-gris, Plâtre et Chanci. — DE LAMARLIÈRE : Espèces nouvelles de Sphériacées. — LUND : Dessiccation et respiration des tubercules. — HY : Inflorences. — DUFOUR et HICKEL : Ennemis du Pin. — BAZOT : Géographie botanique de la Côte-d'Or. — BONNIER : P. Duchartre ; Plantes arctiques et plantes alpines.

Revues : Bactéries et fermentations (BOUTROUX) ; Algues (FLAHAULT) ; Physiologie et chimie végétales (JUMELLE) ; Lichens (HUE) ; Champignons (COSTANTIN).

Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME SEPTIÈME

Livraison du 15 Décembre 1895

N° 84

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4

1895

AVIS. — Ce numéro renferme la couverture du volume de 1895.

Pour ne pas éprouver de retard dans l'envoi de la *Revue*, on est prié de vouloir bien renouveler son abonnement pour 1896 en envoyant la somme de 20 francs (22 fr. 50 pour l'étranger), à M. PAUL DUPONT, 4, rue du Bouloi, Paris. Dans le cas contraire, l'Éditeur fera présenter une quittance par la poste, le 15 janvier 1896.

LIVRAISON DU 15 DÉCEMBRE 1895

I. — STRUCTURE ET DÉVELOPPEMENT DE LA ZYGOSPORE DU *SPORODINIA GRANDIS* (avec planches), par **M. Maurice Léger** 481

II. — DÉVELOPPEMENT D'UN *CLADOBOTRYUM* (avec planche), par **M. L. Matruchot** 497

III. — ÉTUDE SUR LA FLORE MARITIME DU GOLFE DE GASCOGNE, par **M. L. Géneau de Lamarlière** (*fin*) 503

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE TÉRATOLOGIE ET DE PATHOLOGIE VÉGÉTALES, parus dans les années 1892, 1893 et 1894, par **M. M. Molliard** *(fin)*. . . 525

V. — TABLES DU VOLUME DE 1895. 545

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

Planche 18. — *Sporodinia grandis.*
Planche 19. — *Sporodinia grandis.*
Planche 20. — *Sporodinia grandis.*
Planche 21. — *Sporodinia grandis.*
Planche 22. — *Cladobotryum.*

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

STRUCTURE ET DÉVELOPPEMENT

DE LA

ZYGOSPORE DU *SPORODINIA GRANDIS*

par M. Maurice **LÉGER**

Les *Mucorinées* sont aujourd'hui bien connues au point de vue morphologique, grâce aux beaux travaux de MM. Van Tieghem et Le Monnier (1), Brefeld (2), etc. ; leur anatomie intime, au contraire, ne paraît avoir été l'objet d'aucune étude approfondie. Les auteurs disent à peine que le protoplasma de ces plantes contient de petits noyaux, et nous n'avons aucune notion sur la structure de la zygospore qui est de tous les organes de ces champignons le plus intéressant à étudier.

Ce mémoire n'est autre chose qu'un aperçu de la constitution de la zygospore et de son développement, dans une *Mucorinée* où cet organe est très commun. Le type que j'ai choisi est *Sporodinia grandis*, espèce parasite sur les grands champignons et assez facile à obtenir dans les cultures. Cette plante est pourvue, dans les conditions les plus normales d'existence, d'un grand nombre de zygospores et même d'azygospores, dont les dimensions peuvent atteindre plusieurs dixièmes de millimètre. Les recherches sont donc un peu moins difficiles que pour beaucoup d'autres *Mucorinées*, d'autant plus que les filaments zygosporifères sont aériens. Je renverrai, d'ailleurs, le lecteur pour les détails de technique, à l'ouvrage que j'ai publié sur la structure des *Mucorinées*, dans lequel tous les groupes de cette famille sont étudiés au point de vue histologique (1).

---

(1) Van Tieghem et Le Monnier : *Recherches sur les Mucorinées* (Annales des Sciences naturelles, 5ᵉ série, t. 17, 1873.

— Van Tieghem : *Nouvelles recherches sur les Mucorinées* (ibid., 6ᵉ série, t. 1ᵉʳ, 1875).

— Van Tieghem : *Troisième mémoire sur les Mucorinées* (ibid., 6ᵉ série, t. 4, 1876).

(2) Brefeld : *Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze* (*Mucor Mucedo, Chœtocladium Jonesii, Piptocephalis Fresen*). Leipzig, 1872.

Les filaments zygosporés n'offrent point, dans leur aspect ou dans leur constitution, de différence appréciable avec les filaments sporangifères. Les renflements en ampoules qui constituent ce qu'on a appelé les gamètes, et qui vont se conjuguer, peuvent appartenir à des filaments différents, ou au même tube, et quelquefois même naissent chacun à la base d'une même dichotomie. Les filaments zygosporés contiennent, comme tous les autres appareils des *Mucorinées*, du protoplasma plus ou moins dense, suivant l'état de leur développement, avec un nombre plus ou moins considérable de noyaux d'une constitution identique à celle des noyaux des tubes sporangifères.

Que la zygospore provienne de gamètes appartenant à des filaments différents, ou à la même dichotomie, il n'y a pas la plus petite différence histologique ; cela se comprend aisément, d'ailleurs ; j'ai donc, pour la simplicité des figures, représenté des zygospores formées à la base des dichotomies. J'ajouterai que les renflements piriformes qui doivent se réunir ont une structure absolument identique, et que l'isogamie est encore plus exacte, anatomiquement que morphologiquement. Le développement de ces gamètes est très simple à exposer. Les deux ampoules qui croissent l'une vers l'autre ont le plus souvent un aspect piriforme : le protoplasma peut n'y arriver que lentement, en larges mailles contenant un nombre variable de noyaux. Dans ce cas, l'afflux du protoplasma se fait progressivement, et les noyaux conservent leur forme sphérique et leur structure ordinaire. Peu à peu, les renflements se remplissent complètement, et le protoplasma s'y montre très dense, contenant de nombreux noyaux. Un grand nombre de ceux-ci viennent du thalle; beaucoup aussi naissent par division des premiers, sans que j'aie pu y voir de caryokinèse, phénomène que l'on constate souvent à l'intérieur des filaments. Il n'est pas rare de trouver au milieu de gamètes, dont le développement est normal, des ampoules stériles dans lesquelles on ne rencontre pas trace de protoplasma et qui ne contiennent parfois que quelques cristalloïdes de mucorine. Les filaments qui les supportent renferment cependant une certaine quantité de protoplasma avec des noyaux dont aucun ne pénètre dans l'ampoule stérile. Ce sont des organes frappés d'arrêt de développement pour des raisons difficiles à préciser ; on ne peut attribuer à leur isolement la cause de cet arrêt, puisque, comme on le sait, beaucoup de renflements, au lieu de se réunir, cutinisent séparément leurs extrémités et forment des azygospores. Ces ampoules stériles ne peuvent former ni des zygospores ni des azygospores ; elles ne jouent aucun rôle dans le développement de la plante, et il est impossible de déterminer leur raison d'être.

---

(1) Maurice Léger : *Recherches sur la structure des Mucorinées.* (Thèse pour le doctorat ès sciences, avec 21 planches). Druinaud, éditeurs, Poitiers.

Revenons maintenant à nos gamètes remplis de protoplasma et de noyaux; leur structure intime, je le répète, est absolument la même : il est impossible de trouver un détail quelconque qui permette de différencier les sexes. Au moment où les renflements piriformes arrivent au contact, formant ainsi le premier stade du développement de la zygospore, leur constitution est la suivante : deux cas peuvent se présenter. Dans le premier cas, le protoplasma, étant arrivé lentement dans les ampoules, s'accumule vers l'extrémité de chacune d'elles, englobant un certain nombre de noyaux sphériques. Toutefois, le protoplasma granuleux n'arrive pas à toucher les membranes au contact, et il en est séparé par une ligne de démarcation claire et hyaline. Ceci nous rappelle exactement ce qui se passe dans le développement des filaments sporangifères. Cette zone claire est certainement produite par une modification du protoplasma qui devient hyalin, sans granulations, et ne contient pas un seul noyau. Au fur et à mesure qu'on se rapproche davantage du filament qui a donné naissance aux gamètes, on constate que le protoplasma diminue graduellement de densité, et qu'il forme des mailles plus ou moins larges dans lesquelles sont renfermés les noyaux. Dans le second cas, le protoplasma, arrivant d'emblée en plus grande abondance, forme vers l'extrémité renflée des ampoules, un amas beaucoup plus considérable, où les noyaux sont au nombre de plusieurs centaines pour chaque gamète. De plus, comme ils sont entraînés dans un courant protoplasmique assez rapide, ils prennent tous, en vertu de leur élasticité, la forme ovoïde (Pl. 18, fig. 1) ; tous les axes des noyaux sont parallèles entre eux et à la direction du courant, c'est-à-dire à une ligne qui passerait par le milieu de la base d'un gamète, et par le milieu de son sommet. Dans ce cas encore, au niveau du plan de contact des ampoules, on trouve toujours la zone de protoplasma clair et hyalin sans noyaux, qui ne disparaîtra qu'au moment de la résorption des membranes. Comme dans le cas précédent, plus on se rapproche de la base des renflements, moins le protoplasma est serré; mais les noyaux qu'il contient dans ses mailles sont toujours ovoïdes.

On peut voir, d'après les quelques lignes qui précèdent, que la structure des gamètes est extrêmement simple ; nous les avons suivis jusqu'à leur contact : à partir de ce moment, les cloisons délimitant la zygospore vont se former, la membrane mitoyenne va se résorber, la zygospore est constituée, en partie du moins, et nous allons entrer dans l'inconnu.

Je dis l'inconnu, car, si nous voulons consulter les auteurs, nous constatons que la littérature, déjà fort pauvre sur la structure des autres organes des *Mucorinées*, ne peut pas nous fournir le moindre renseignement sur l'anatomie de la zygospore. Tout ce que les auteurs nous apprennent, c'est que, lorsqu'elle est jeune, elle renferme du protoplasma, et, lorsqu'elle est âgée, de l'huile avec un peu de protoplasma pariétal. M. Van Tieghem (1) déclare que la zygospore ne renferme jamais de mucorine. Nous verrons ce qu'il nous faudra penser de cette opinion. M. Vuillemin (2), étudiant une espèce nouvelle, *Mucor heterogamus*, s'exprime ainsi à propos de la formation de la zygospore : « Il nous a semblé que les noyaux restaient multiples, comme dans les supports; mais la densité du protoplasma ne nous a pas permis d'en constater la présence aussi sûrement que dans le filament grêle, *et nous donnons cette observation sous toute réserve.* » Ainsi, dans le cas le plus facile de tous, c'est-à-dire au stade qui précède la cutinisation de la membrane externe, M. Vuillemin, en progrès cependant sur les auteurs qui ont étudié cette question, soupçonne seulement la présence des noyaux, sans pouvoir l'affirmer.

---

(1) Van Tieghem : *Traité de Botanique*, 2e édition, p. 522.

(2) Vuillemin : *Études biologiques sur les Champignons* (Bulletin de la Société de Nancy, série II, t. VIII, fascicule XX, 1886). Nancy, 1887.

La zygospore existe à partir du moment où les cloisons qui doivent la séparer du reste de la plante ont fait leur apparition dans chaque gamète. La cloison mitoyenne se résorbe complètement, et il y a contact entre les protoplasmes des deux branches copulatrices; il y a contact, car la zone hyaline, que j'ai signalée plus haut, disparaît en même temps que la cloison médiane, et il n'est plus possible de trouver, à l'intérieur de la jeune zygospore, la moindre ligne de démarcation entre le contenu des deux ampoules : ceci permet, jusqu'à un certain point, de dire qu'il y a fusion entre les deux protoplasmes. Le protoplama définitif ainsi constitué, est extrêmement dense, et paraît contenir tous les noyaux qui l'ont accompagné ; mais ceux-ci, grâce à l'homogénéité du protoplasma et à leur élasticité, reprennent leur forme normale, c'est-à-dire sphérique. En somme, à ce stade, ces constatations sont assez faciles, car, malgré la densité du protoplasma, on obtient d'admirables colorations des noyaux en laissant les jeunes zygospores séjourner seulement vingt-quatre heures dans le picro-carmin de Weigert ou l'hématoxyline de Böhmer additionnée d'acide acétique. Comme à ce moment les membranes sont encore très minces et lisses, elles se laissent pénétrer par les réactifs aussi rapidement que celles des filaments, et l'observation directe est assez facile. Une simple compression exercée entre la lamelle et le porte-objets suffit pour aplatir la zygospore et pour l'étaler de façon qu'aucun détail de sa structure ne puisse échapper à l'observateur. C'est à cet état de début que M. Vuillemin n'a pu constater sûrement la présence des noyaux ; les nombreuses préparations que j'ai faites ne peuvent laisser aucun doute à ce sujet : il est incontestable que la zygospore contient à ce moment des milliers de noyaux. D'ailleurs, on les retrouve encore un peu plus tard (fig. 2) au moment où la membrane commence à s'épaissir et à se couvrir d'ornements : la cutinisation n'a pas encore lieu. L'enveloppe de la zygospore, malgré cet épaississement, laisse encore pénétrer les réactifs, mais il est bon de les laisser agir un peu plus longtemps que dans le cas précédent, pendant deux jours, par exemple. Toutefois, comme la transparence a presque complètement disparu, il faut employer le moyen suivant, qui permet d'examiner d'une façon complète et sûre, l'intérieur de l'organe : après déshydratation, on monte la préparation dans le baume du Canada ; puis, par une pression suffisante, on fait éclater l'enveloppe, et le contenu se répand au dehors. On peut encore disséquer les zygospores à la loupe avec de très fines aiguilles ; on déchire la membrane avec précaution, et l'on étale le protoplasma, comme je l'ai représenté sur la figure 2. Je préfère beaucoup ce dernier procédé, qui permet de ne rien laisser passer inaperçu dans les préparations : celles-ci sont de la sorte très claires, car on peut ainsi étaler le protoplasma, malgré sa densité, en une couche assez mince, et les noyaux se montrent très beaux. On peut constater par ce moyen qu'il ne s'est encore produit aucun changement dans la constitution de la jeune zygospore. Je signalerai seulement un léger épaississement circulaire qui se forme au milieu de chacune des cloisons qui la séparent de ses suspenseurs ; nous reviendrons, d'ailleurs, un peu plus loin sur ces cloisons. Les suspenseurs et les filaments contiennent à ce stade un protoplasma à mailles assez larges, avec un certain nombre de noyaux qui y sont disséminés. On trouve aussi quelques cristalloïdes de mucorine dans les suspenseurs, au voisinage des cloisons : la formation de cette substance et son rôle seront signalés dans un instant.

A partir de cette phase dans le développement de la zygospore, l'épaississement de la membrane s'accentue, et la cutinisation marche rapidement : cette cutinisation commence à partir d'une ligne circulaire qui est la ligne de jonction des gamètes et s'étend de là vers les suspenseurs. Pendant presque toute l'existence de la zygospore, cette ligne se distingue aisément comme une sorte de sillon dont les bords seuls seraient garnis de tubercules : l'organe ayant la forme d'un tonneau, elle représente un cercle qui passe par le milieu de ce tonneau. Il devient impossible, lorsque la cutinisation est produite, de traiter la zygospore par les procédés ordinaires pour la colorer. C'est ici qu'intervient la méthode des coupes.

Si l'on examine (fig. 3) une coupe longitudinale de zygospore, dont la membrane vient de se cutiniser, on peut voir tout d'abord que le protoplasma n'a pas changé d'aspect : il a conservé sa densité, et contient encore une quantité considérable de noyaux sphériques dont la constitution est toujours la même. Dans quelque sens que la coupe soit faite, qu'elle soit oblique, longitudinale ou transversale, elle montre invariablement à ce moment du développement que le protoplasma est homogène, et qu'il remplit, avec tous les noyaux, toute la cavité de la zygospore. Mais, fait important à constater, toutes les coupes révèlent la présence d'assez nombreux cristalloïdes de mucorine, disséminés dans la masse protoplasmique.

M. Van Tieghem, n'ayant pas trouvé cette substance dans les spores ni dans la zygospore, a pensé que la mucorine devait être considérée comme un produit nuisible, comme une substance éliminée. La constatation que nous venons de faire, ainsi que l'étude de la germination, nous a amenés à considérer la mucorine comme une substance de réserve au moins en ce qui concerne la zygospore.

Les cloisons qui séparent la zygospore de ses suspenseurs ne l'isolent pas d'une façon absolue : elles présentent un certain nombre d'orifices qui permettent pendant quelque temps le passage des liquides nourriciers qui viennent des filaments. Quand on examine une cloison de profil, au centre de l'épaississement biconvexe que j'ai signalé plus haut, on voit un fin pertuis auquel aboutit une sorte de petit canal (Pl. 19, fig. 4) dont la membrane est d'une extraordinaire ténuité : ceci intéresse la face tournée vers les suspenseurs. Du côté de la zygospore, nous trouvons un canal identique, très court, qui s'oblitère très rapidement : son extrémité est déjà fermée à la phase où nous sommes (fig. 3), et ce canal ne se montre plus que sous la forme d'une petite languette faisant hernie vers le centre de la zygospore. Quand on examine les choses de face, en admettant que l'œil soit placé à l'intérieur, on a l'aspect représenté sur la figure 5, qui montre, au milieu de l'épaississement circulaire, la membrane hyaline oblitérée qui aboutit au canal central ; en dehors se trouvent un ou plusieurs rangs de petits orifices losangiques qui ne tardent pas non plus à se fermer. On voit aussi de nombreux cristalloïdes de mucorine appliqués sur la membrane.

J'ajouterai qu'au stade que nous venons d'étudier, le protoplasma de la zygospore n'est recouvert que par la seule enveloppe cutinisée, et qu'il remplit jusqu'aux crêtes dont elle est ornée. La figure 6 montre une portion de la zygospore à ce stade. Le protoplasma se moule donc tout d'abord sur l'enveloppe.

A partir de ce moment, surviennent des modifications considérables dans la constitution de la zygospore. Tout change : le protoplasma et les noyaux subissent des altérations profondes, et on va voir apparaître des enveloppes cellulosiques complexes. Tout d'abord le protoplasma perd de son homogénéité et de sa densité. Il prend la forme d'un filet à mailles très fines et serrées; les noyaux sont beaucoup moins faciles à mettre en évidence à ce stade. Ils existent toutefois, cela est indiscutable, mais on se rend compte qu'un grand nombre d'entre eux sont en voie de désorganisation ; les nucléoles ont une tendance à s'atrophier, ils arrivent, dans certains cas, à n'avoir plus que l'apparence d'un point au milieu du noyau ; souvent même, ils disparaissent complètement, et le noyau n'est plus qu'une vacuole pleine d'un liquide incolore, il n'existe plus. Le fait de voir le protoplasma perdre son homogénéité et se présenter en réseau à mailles plus ou moins serrées, indique de sa part un travail qui accompagne sa transformation en huile.

En effet, le protoplasma va devenir de plus en plus lâche, et ses mailles seront bientôt tout à fait inégales. Celles de la périphérie resteront fines et serrées, tandis que vers le centre de la zygospore, elles seront plus rondes, et le protoplasma sera moins abondant (fig. 7). La zygospore, à cette phase de son développement, représente, abstraction faite de ses enveloppes, une sorte d'éponge pleine d'huile, accumulée surtout vers le centre où les vacuoles oléifères atteignent leurs plus grandes dimensions. La plupart des noyaux ont disparu, et ceux qui restent sont ordinairement difficiles à mettre en évidence; il faut, pour y arriver, employer des procédés spéciaux de double coloration. Sous l'influence de la coloration, on voit des noyaux de deux sortes : au milieu du réseau protoplasmique qui garde une coloration bleue, on trouve dans la zone périphérique des noyaux ayant l'aspect et les dimensions de ceux que nous avons signalés jusqu'ici, et d'autres qui ont deux ou trois fois le diamètre des noyaux ordinaires, avec un gros nucléole arrondi, dense, coloré en rouge (1) : la membrane nucléaire, très nette, est séparée du nucléole par un intervalle absolument incolore. Au bout de quelque temps, quand l'huile, devenue de plus en plus abondante, occupe la plus grande partie de la zygospore, on voit que les trabécules protoplasmiques qui s'étendent de la masse oléagineuse centrale à la paroi, ne renferment plus que des noyaux extrêmement petits, dont on finit d'ailleurs par ne plus trouver la moindre trace. La disparition des noyaux coïncide avec la formation, dans la zygospore, d'un certain nombre de corps d'une interprétation difficile et dont le développement est très intéressant.

---

(1) Voir P.-A. Dangeard et Maurice Léger : *La reproduction sexuelle des Mucorinées* (Comptes rendus Acad. des Sc., 5 mars 1894).

Je dirai immédiatement qu'à cet état la zygospore est recouverte par ses membranes définitives : une extérieure qui est l'enveloppe noirâtre cutinisée, une médiane cartilagineuse composée de deux couches principales décomposables, elles-mêmes, en strates concentriques, et une interne très fine, méconnue des auteurs, et qui se moule sur le protoplasma (fig. 8).

Au moment précis où la zygospore ne paraît plus contenir un seul noyau, on peut constater la formation à chacune de ses extrémités, dans le voisinage de chacun des pôles, de petits amas sphériques (fig. 9), d'une substance qui se colore avec beaucoup d'intensité au moyen de l'hématoxyline ou du picro-carmin de Weigert. On se croirait en face de noyaux qui seraient réduits à leur seul nucléole, la membrane externe ayant totalement disparu.; malheureusement, il m'a été impossible de constater avec certitude si ces corpuscules sphériques proviennent d'une modification des noyaux, ou s'ils sont simplement constitués par du protoplasma de choix. Tout ce que je puis dire, c'est que leur apparition coïncide exactement avec la disparition des noyaux, et que, d'après la manière dont ils se comportent vis-à-vis des réactifs, ainsi que d'après leurs caractères physiques, ce sont évidemment des corps d'origine plutôt nucléaire que protoplasmique. J'ai la conviction qu'ils proviennent des gros noyaux que j'ai décrits au stade dessiné sur la figure 7, et dont la membrane nucléaire se serait résorbée : quelque plausible que me paraisse cette hypothèse, je suis forcé de ne la donner que sous toute réserve, ne pouvant pas m'appuyer sur une observation absolument rigoureuse et incontestable. Voici d'ailleurs ce qu'on peut observer : aux deux extrémités du tonnelet que forme la zygospore, on voit se grouper de quinze à trente petites sphères constituées soit par les gros noyaux dont la membrane a disparu, soit par un protoplasma de choix : chacune d'elles représente certainement une condensation de la matière vivante de la zygospore, et de la partie la plus pure de cette matière vivante. Tous ces petits corps se colorent d'une façon uniforme, il est impossible d'y découvrir le moindre détail de structure : ils semblent, à un très fort grossissement, composés d'une substance homogène, très dense, finement granuleuse.

Toutes ces sphères sont tout d'abord isolées les unes des autres, mais elles ne sont pas disposées d'une façon quelconque ; elles se placent suivant une zone sphérique, limitant une masse oléagineuse centrale. En un mot, nous avons aux deux extrémités de la zygospore une grosse masse globuleuse d'huile, limitée par un nombre variable de ces petites sphères qui se disposent plus ou moins régulièrement à sa surface : le volume de ces dernières est très inégal ; le diamètre peut varier de 3 à 6 μ. Ces dimensions changent d'ailleurs d'une zygospore à l'autre, mais elles sont à peu près semblables pour une même zygospore.

Les petites masses de la périphérie ne restent pas à cet état : au bout de peu de temps, elles se fusionnent presque toutes ensemble, et produisent ainsi (Pl. 20, fig. 10) une sphère unique, creuse et pleine d'huile. Chacun des corps ainsi constitués s'entoure d'une double membrane (fig. 11) et nous arrivons ainsi au stade définitif qui dure jusqu'à la germination de la zygospore.

Les figures 9, 10 et 11 montrent la formation à l'intérieur de la zygospore d'un certain nombre d'autres éléments plus ou moins étoilés, ou lobulaires (fig. 12), qui ne sont autre chose que des matières de réserve destinées à être utilisées plus tard. Les corps étoilés sont des amas de cristalloïdes de mucorine qui s'agencent sous cette forme particulière ; on en rencontre ainsi plusieurs dans la zygospore ; leur présence a également été signalée sous le même aspect dans le genre *Pilobolus*, par M. Vuillemin (loc. cit.). Ainsi la mucorine, élaborée dès le début de la formation de la zygospore, s'accumule en certains points comme une réserve, et nous le verrons plus tard se transformer en nombreux cristalloïdes octaédriques qui resteront en suspension dans le protoplasma de la nouvelle plante, à la germination ; il ne reste pour ainsi dire plus de ces petits cristalloïdes isolés dans la zygospore, au point où nous sommes arrivés. Quant aux corps lobulés, on en trouve en général un ou deux dans la zygospore mûre ; ce sont des produits graisseux, qu'on doit considérer comme des substances de réserve, et destinés à jouer un rôle nutritif au même titre que la mucorine.

On trouve parfois à l'intérieur de l'œuf des productions bizarres (fig. 13) et qui, au premier abord, paraissent assez énigmatiques. Ce sont, en réalité, des formations, dont le processus rappelle celui des perles chez les Mollusques. Il faudrait bien se garder, quand on les rencontre sur les coupes, de les confondre avec les organes que j'ai décrits plus haut : ce sont des parcelles de protoplasma, généralement rattachées à la paroi cellulosique, et qui s'entourent elles-mêmes de cellulose : le tout peut prendre l'apparence d'un cylindre qui part de la membrane cartilagineuse et plonge dans la zygospore. Sur une coupe transversale (fig. 13), on trouve, au centre, du protoplasma entouré d'une épaisse enveloppe cellulosique à couches concentriques; cette enveloppe présente très souvent un nombre considérable de stries rayonnantes, qu'on peut, je crois, attribuer à des plissements longitudinaux causés par la contraction. Ces productions, assez rares dans la zygospore du *Sporodinia grandis*, sont communes dans celle de quelques autres Mucorinées.

En résumé, la zygospore du *Sporodinia grandis*, à son état définitif, a la forme d'un tonnelet peu allongé, recouvert de trois enveloppes dont l'ensemble forme une couche protectrice très épaisse et très résistante. Les suspenseurs ne contiennent plus ni protoplasma, ni noyaux, et sont réduits à leur simple membrane, inerte et flétrie. A l'intérieur, on ne trouve presque que de l'huile avec quelques traces de protoplasma pariétal, dans les mailles duquel s'organisent des substances de réserve variées, et les deux corps très importants dont j'ai décrit le développement plus haut (fig 9, 10, 11). Que devons-nous penser de ces deux sphères ?

M. Dangeard et moi (1) avions signalé leur présence, sans avoir pu suivre leur développement comme je l'ai fait depuis, et sans pouvoir par conséquent interpréter leur rôle. Nous disions : « Dans la zygospore mûre, le globule huileux est très gros et le protoplasma est réduit à une couche pariétale dense en certains points, vacuolaire dans le reste; si cette couche ne montre pas de noyaux, elle renferme des formations difficiles à interpréter, qui se présentent sous les aspects suivants :

---

(1) P. A. Dangeard et Maurice Léger : loc. cit.

« A. La zygospore renferme un très gros corpuscule elliptique vacuolaire coloré en rouge; dans le protoplasma coloré en violet, existent un certain nombre de vésicules à enveloppe rougeâtre, bien distinctes des vacuoles ordinaires; quelques-unes sont en contact avec le corpuscule central.

« B. Dans la zygospore on trouve un corpuscule sphérique, dense, coloré en rouge foncé; il est entouré d'une zone membraneuse mince, incolore : à ce stade, le protoplasma conserve une teinte violacée.

« C. La zygospore montre deux gros corpuscules sphériques ressemblant à s'y méprendre à des noyaux nucléolés, tels qu'on les rencontre dans les plantes supérieures. »

Il est nécessaire de modifier cette description. J'ai reconnu d'abord que le stade A correspond d'une façon certaine à une phase de la formation huileuse : les vésicules à enveloppe rougeâtre sont certainement des gouttes d'huile entourées d'une mince couche de protoplasma, et qui finissent par se réunir à la grande masse huileuse centrale, avec laquelle elles sont longtemps en contact.

Quant au stade B, il ne peut s'appliquer qu'aux azygospores; quand nous n'avons vu qu'un seul corpuscule sphérique dans les zygospores, c'était évidemment par suite d'un défaut dans les préparations ou dans les coupes : erreur facile à commettre et qui se comprend aisément, si l'on songe aux difficultés considérables dont ces recherches sont entourées. La vérité est que si les coupes ou les dissections sont bien faites, suivant l'axe de la zygospore, elles montrent invariablement les deux corps que nous indiquions à l'article C de notre note. Il nous était impossible alors de nous prononcer sur le mode de formation et sur le rôle de ces corps, et nous émettions seulement cette hypothèse, sous toute réserve, qu'ils étaient peut-être en rapport avec la fécondation.

Les recherches que j'ai faites moi-même depuis cette époque m'ont permis d'exposer d'une façon à peu près complète le développement de ces corps et d'affirmer qu'ils jouent au moment de la germination un rôle d'une importance capitale. Quelle que soit leur origine, l'étude de la germination nous montre que ce sont des corps appelés à reproduire directement la plante. Aussi, proposons-nous de les appeler *sphères embryonnaires ;* nous donnerons le nom de *sphères embryogènes* aux petites masses qui se fusionnent pour les former.

La figure 14 (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*), montre les différentes phases du développement des *sphères embryonnaires*. Nous allons voir ce que deviennent celles-ci pendant la germination. On peut, en semant des zygospores de *Sporodinia grandis* sur des Agarics suivre, pas à pas les progrès de la germination. Voici ce qu'on observe dans de bonnes conditions d'expérience.

Tout d'abord les *sphères embryonnaires* augmentent considérablement de volume, et, dans les vingt-quatre heures qui suivent le début de l'augmentation, arrivent à remplir presque complètement la cavité de l'œuf (Pl. 21, fig. 15) : leurs membranes se résorbent dès ce moment, et les deux masses dont la substance absolument homogène ne laisse percevoir aucune organisation, arrivent à se toucher et à se confondre.

La masse unique ainsi formée, répartie dans la presque totalité de la zygospore, a une tendance manifeste à se placer vers la région où doit s'échapper le filament germinatif : ce point est presque toujours situé sur l'équateur (fig. 16). A partir de ce moment, toute la masse devient de plus en plus claire, et on y voit naître de tous les côtés de petits points sombres qui ne sont autre chose que des noyaux ; tous ces noyaux, dont le nombre devient bientôt considérable, ont l'apparence granuleuse, caractères des noyaux de toutes les spores de *Mucorinées* en germination. D'ailleurs, dès que le filament sporangifère ou mycélien commence à poindre, chaque noyau subit une bipartition : tous ou presque tous se divisent ainsi les uns après les autres, et au fur et à mesure qu'ils se scindent, ils pénètrent dans le filament qui ne tarde pas à en contenir un nombre considérable. Quand toutes les bipartitions qui doivent avoir lieu sont terminées, les noyaux du filament se multiplient comme dans le mycelium (fig. 17).

En même temps que les noyaux, la mucorine fait son apparition dans la masse des *sphères embryonnaires* réunies et l'on voit souvent les octaèdres pénétrer en même temps que les noyaux dans le tube nouvellement formé.

Ces cristalloïdes de mucorine ne se montrent que lorsque les corps étoilés de mucorine contenus çà et là dans la zygospore ont complètement disparu. La substance des *sphères embryonnaires* englobe ces derniers, je les ai vus souvent fixés dans sa masse : ils y disparaissent complètement, ce qui semble prouver qu'ils servent à alimenter le protoplasma de la jeune plante.

Quant à l'huile que contenait la zygospore et les *sphères embryonnaires*, elle est absorbée peu à peu au fur et à mesure que le protoplasma s'engage dans le filament. Ce protoplasma lui-même, après que les premiers noyaux ont gagné le tube germinatif, devient plus lâche et plus clair, et tend à se répartir d'une façon uniforme dans toute la cavité de l'œuf; sa clarté et son peu de densité ne l'empêchent pas d'ailleurs d'être sensiblement homogène.

Tout ce que nous venons de dire sur le développement de la zygospore du *Sporodinia grandis* peut s'appliquer aux azygospores. Celles-ci passent exactement par les mêmes phases que la zygospore; la seule différence consiste dans la formation d'une seule *sphère embryonnaire*, qui est chargée, à *elle seule*, de fournir le filament germinatif au moment de la germination.

En résumé, le point le plus important qui ressort de cet exposé rapide de la structure et du développement de la zygospore du *Sporodinia grandis* est le mode de formation et l'existence des deux *sphères embryonnaires* dont personne n'avait encore parlé jusqu'ici. Ces corps constituent, en se réunissant, une sorte d'embryon qui se développe en une plante nouvelle au moment de la germination; cet embryon se nourrit des substances de réserve contenues dans l'œuf où il est enfermé, et il nous a semblé qu'il était juste de mettre la mucorine au rang de ces substances.

EXPLICATION DES PLANCHES

(*Sporodinia grandis*)

PLANCHE 18

Fig. 1. — Mode de réunion des gamètes dans lequel le protoplasma et les noyaux affluent en masse vers l'extrémité des ampoules sexuelles; les noyaux resserrés dans les mailles protoplasmiques prennent une forme ovoïde. (Grossissement = 850).

Fig. 2. — Zygospore nouvellement formée ; l'enveloppe de l'œuf, non encore cutinisée, a été disséquée, et le protoplasma homogène s'échappe avec les noyaux. (Gr. = 850).

Fig. 3. — Coupe longitudinale d'une zygospore dont la membrane extérieure vient de se cutiniser ; le protoplasma, toujours homogène, contient de nombreux noyaux ou des cristalloïdes disséminés dans sa masse. (Gr. = 850).

PLANCHE 19.

Fig. 4. — Vue de profil d'un des petits canaux qui font communiquer pendant quelque temps la zygospore avec ses suspenseurs ; la partie oblitérée du canal plonge à l'intérieur de la zygospore. (Gr. = 850).

Fig. 5. — Vue de face de la partie de l'appareil précédent qui donne dans la zygospore: les petits losanges noirs représentent des cristalloïdes de mucorine ; les autres des orifices ménagés dans la paroi qui sépare la zygospore du suspenseur. (Gr. = 850).

Fig. 6. — Fragment de coupe montrant une portion de la membrane cutinisée séparée de la zygospore jeune : toute la surface du protoplasme recouverte par la membrane est hérissée de pointes qui correspondent à chacun des ornements coniques de l'enveloppe (Gr. = 1200).

Fig. 7. — Coupe transversale de zygospore plus âgée dans laquelle le protoplasma est trabéculaire et plein d'huile au centre ; le nombre des noyaux a diminué ; la plupart ont conservé l'apparence ordinaire, quelques autres sont beaucoup plus gros. A ce stade le protoplasma a déjà sécrété la membrane cellulosique qui le sépare de l'enveloppe cutinisée externe. (Gr. = 1000).

Fig. 8. — Fraction de coupe transversale dans une zygospore mûre, montrant la disposition des trois enveloppes : périspore, exospore cartilagineuse à deux zones stratifiées et endospore très fine (Gr. = 1000).

Fig. 9. — Coupe longitudinale de zygospore au moment de la formation des sphères embryogènes. (Gr. = 700).

PLANCHE 20.

Fig. 10. — Coupe longitudinale de zygospore au stade de la fusion des sphères embryogènes. (Gr. = 700).

Fig. 11. — État définitif des sphères embryonnaires dans une zygospore en état de germer (Gr. = 700).

Fig. 12. — Amas étoilés de mucorine et corps oléagineux multilobulé qu'on trouve dans une zygospore. (Gr. = 1000).

Fig. 13.— Section transversale d'un cylindre de protoplasma entouré d'un manchon de cellulose, partant de l'enveloppe cartilagineuse et plongeant dans l'intérieur de certaines zygospores. (Gr. = 1200).

Fig. 14.— Différents stades du développement des sphères embryonnaires. — *a)* Groupement des sphères embryonnaires ; — *b*) leur fusion en une sphère homogène pleine d'huile ; — *c*) coupe optique de cette sphère montrant l'huile au centre et la matière protoplasmique ou nucléaire à la périphérie ; — *d*) apparition de la première membrane ; — *e*) état définitif de la sphère embryonnaire.

PLANCHE 21

Fig. 15. — Aspect que prennent les sphères embryonnaires au moment où la zygospore va germer. (Gr. = 850).

Fig. 16. — Les sphères embryonnaires ne forment plus qu'une seule masse où apparaissent des noyaux ayant la même structure que ceux des autres spores au moment de la germination. (Gr. = 850).

Fig. 17. — Apparition du filament germinatif et division des noyaux par le mode indirect. (Gr. = 850).

Toutes les figures de ces planches ont été dessinées à la chambre claire, avec des objectifs à immersion de Bézu et Hausser, de Leitz et de Zeiss. Seules les trois figures de la Planche 21 sont semi-schématiques : les périspores sont supposées enlevées pour permettre de voir l'intérieur des zygospores.

DÉVELOPPEMENT D'UN *CLADOBOTRYUM*

par M. L. MATRUCHOT

Les Mucédinées sont, comme on le sait, des champignons filamenteux, à mycélium cloisonné, à membrane peu ou pas cutinisée, et qui n'ont d'autre organe reproducteur que des *conidies*, associées parfois à des organes de conservation dits chlamydospores. Le nombre des Mucédinées décrites va s'augmentant rapidement : chaque jour, pour ainsi dire, on en découvre et on en décrit de nouvelles. L'étude du polymorphisme de ces champignons, c'est-à-dire la recherche des divers appareils reproducteurs que peut présenter dans les diverses conditions de milieu une même espèce, a pour premier effet de fournir des données biologiques qui sont parfois du plus grand intérêt ; elle a aussi l'avantage de simplifier la classification en ramenant à un chiffre moindre le nombre des formes spécifiquement distinctes.

Cette note n'a d'autre but que d'apporter la démonstration d'un cas de polymorphisme non encore signalé, en montrant qu'une espèce déjà connue de *Cladobotryum* peut présenter, dans son développement, une phase *Graphium* voisine du *Graphium penicillioides*. Depuis longtemps les *Cladobotryum* et les *Graphium* sont connus ; mais jamais on n'a signalé de liens existant entre ces deux formes.

Un remarquable travail de M. Em. Boulanger, paru ici même, il y a quelques mois (1), a montré des liens très inattendus entre un *Sporotrichum*, un *Graphium* et un *Chætomium*. Il a montré que sur la forme filamenteuse *(Sporotrichum)*, rangée jusqu'alors dans le groupe des Mucédinées, peuvent se développer, suivant les conditions de milieu, tantôt une forme agrégée *(Graphium)*, tantôt une forme parfaite *(Chætomium)*. Pour les *Graphium* en particulier, ce résultat est fort intéressant, car on ne savait rien jusqu'alors sur la forme parfaite de ces champignons, qui sont parmi les plus répandus des champignons inférieurs.

---

(1) Boulanger : *Sur le polymorphisme du genre* Sporotrichum. (Revue générale de Botanique, 1895, p. 97 et 166).

Sans offrir un polymorphisme aussi complet, l'espèce que j'étudie ici présente elle aussi, par sa forme *Graphium*, quelque intérêt. Nous y verrons même une particularité que ne présente pas le champignon étudié par M. Boulanger, particularité qui me semble devoir jeter quelque lumière sur ce genre *Graphium*, si abondant dans la nature et encore si mal connu.

Le *Cladobotryum* qui fait l'objet de cette note a été recueilli au mois de septembre sur de la sciure de bois de Peuplier *(Populus pyramidalis)*. Il formait à la surface du substratum un feutrage léger, d'un blanc grisâtre. A l'examen microscopique, cette Mucédinée se montre formée de filaments ténus, cloisonnés, portant des fructifications conidiennes sur des branches latérales plus ou moins couchées. Les spores, monocellulaires, ovales, hyalines, légèrement mucronées au point d'attache, sont insérées le plus souvent par 2, 3 ou 4 sur le filament sporifère. La cellule qui les porte est renflée à la base, amincie à l'extrémité et terminée par un stérigmate (en forme de trèfle, s'il y a trois spores) sur lequel s'insèrent les spores. Ces caractères, joints à la forme et aux dimensions des spores (20 μ de longueur en moyenne), m'ont fait rapporter ce champignon au *Cladobotryum ternatum* Corda (1). Toutefois, les articles terminaux des rameaux ne sont pas toujours, comme ceux figurés par Corda, nettement étranglés à leur point d'insertion.

Le *Cladobotryum ternatum* se cultive aisément sur les divers milieux nutritifs stérilisés que l'on emploie habituellement. Sur des tranches de pommes de terre, le développement est assez restreint et la fructification peu abondante. Dans ces conditions, la culture reste toujours filamenteuse et de nuance grisâtre ; elle garde sensiblement les caractères de la plante sur son substratum naturel.

Sur une tranche de carotte, au contraire, la culture est plus riche, la fructification plus fournie et marquée de caractères spéciaux. En suivant sur une branche sporifère le développement des spores, on y voit les 3 ou 4 spores de chaque capitule y bourgeonner successivement; dans le cas de 3 spores, celle du milieu naît la première (Pl. 22, fig. 1). Mais cet état n'est que transitoire; de nouvelles spores, nées sur des bourgeons voisins, se forment *toujours à l'extrémité de la cellule basidiale* et y constituent un capitule de 4, 5... 8 spores (fig. 2). En même temps le feutrage mycélien intimement accolé à la surface de la carotte devient gélatineux et brunâtre; il forme une masse mamelonnée de laquelle émergent les arbuscules fructifères restés blancs. A cet état, les filaments examinés au microscope montrent une membrane cutinisée et noirâtre. La plante présente alors les caractères du *Cladobotryum gelatinosum* décrit par Fuckel (1). Fuckel avait observé cette forme sur le même substratum que celui où je l'ai trouvée moi-même, sur du bois pourri de Peuplier pyramidal; toutefois, les caractères qu'il signale et qui tenaient sans doute aux conditions particulières dans lesquelles s'était développée sa plante, ne se sont montrés à moi que dans les cultures de laboratoire.

---

(1) Corda : *Icones fungorum*, I, p. 21, fig. 277.

La plante à cet état diffère de la plante qui a fourni les semences par deux caractères principaux : la variabilité dans le nombre des spores et la cutinisation des filaments mycéliens. Il semble donc, en premier lieu, résulter de mes cultures, que les espèces de Corda et de Fuckel ne sont pas distinctes : le *Cladobotryum ternatum* Cord. ne serait qu'une forme jeune, développée dans des conditions particulières, du *C. gelatinosum* Fuck.

Au bout de huit à dix jours, dans les cultures sur carotte, on voit apparaître, sur la couche mycélienne noirâtre et visqueuse, des colonnettes dressées, d'un brun noirâtre foncé : c'est le début d'une forme agrégée, d'un *Graphium* (fig. 3, 4, 5, 6). Ces colonnettes sont formées par l'agencement de filaments dressés, d'abord faiblement puis fortement cutinisés, qui s'accolent et s'anastomosent et desquels se détachent parfois, mais rarement, quelques filaments fructifères. Ces derniers ont un intérêt spécial, car ils offrent des stades de transition entre le rameau sporifère normal du *Cladobotryum* et les arbuscules sporifères élémentaires dont la juxtaposition et la coalescence constituent le capitule volumineux du *Graphium*.

---

(1) Fuckel : *Symb. mycol.*, p, 360, t. I, fig. 15.

Chaque tête mucilagineuse de *Graphium*, dissociée avec soin, se montre formée d'arbuscules sporifères beaucoup plus simples que ceux du *Cladobotryum*. Ils sont en général réduits à un pseudoverticille de branches grêles et acuminées, portant chacune une spore unique (fig. 7). Il serait impossible d'établir quelque affinité de formes entre ces deux appareils fructifères, si les stades intermédiaires, dont je viens de parler, ne fournissaient les transitions. J'ai observé, en effet, naissant du pied du *Graphium* à ses débuts, des arbuscules où le calibre des branches terminales était resté ce qu'il est dans le *Cladobotryum*, bien que le nombre des spores y fût réduit à deux ou même à un (fig. 6) ; dans d'autres cas, les articles terminaux s'effilaient, à la façon de ceux du *Graphium* (fig. 4 et 5) ; parfois même les ramuscules extrêmes, au lieu de présenter la disposition alternée de ceux du *Cladobotryum*, s'opposaient entre eux (fig. 5) ou se disposaient en pseudoverticilles.

L'étude du passage de la forme filamenteuse à la forme agrégée chez ce *Cladobotryum*, nous fournit donc un cas intéressant de fasciation chez les Mucédinées. Dans l'étude si complète et si intéressante qu'il a faite du *Sporotrichum vellereum* var. *griseum*, M. Boulanger, en suivant avec un soin extrême le développement du *Graphium* qui en est la forme agrégée, a fait voir qu'il y avait coalescence et soudure de filaments fructifères modifiés seulement dans leur partie végétative. Les parois se cutinisent et les filaments se soudent par des anastomoses; mais la partie terminale fructifère a gardé les caractères d'une fructification de *Sporotrichum ;* rencontré à l'état isolé, un tel arbuscule serait rattaché, par le mode d'insertion de ses spores, au même genre que la forme filamenteuse. Ici, au contraire, il n'en est rien : la forme simple d'une part, et d'autre part les éléments qui entrent dans la composition de la forme agrégée, sont différents.

On peut tirer de là une conclusion sans doute assez générale. C'est que, parmi les formes agrégées, les unes sont constituées par des éléments semblables à la forme simple correspondante ; pour les autres, au contraire, la fasciation entraîne des modifications profondes dans la structure de la forme simple. Le *Graphium* de M. Boulanger, originaire d'un *Sporotrichum*, appartiendrait au premier type ; le *Graphium* que j'ai obtenu d'un *Cladobotryum*, au second type. Pour se rendre compte, par conséquent, des formes simples qui par fasciation donnent les formes agrégées, il ne suffirait donc pas d'examiner les éléments dont ces formes agrégées sont constituées. Il serait nécessaire de faire des cultures à partir de la spore et d'observer le développement complet de la forme filamenteuse.

Le *Graphium* que j'ai obtenu en partant du *Cladobotryum gelatinosum* ne me paraît pouvoir être rapporté avec certitude à aucun des *Graphium* connus ; les diagnoses données pour la plupart des *Graphium* sont en effet absolument insuffisantes pour la détermination. Toutefois, je le considère comme une simple variété à grandes spores du *Graphium penicillioides*. Sa hauteur varie de $0^{mm}5$ à 2^{mm} ; la tête sporifère a un diamètre de 300 à 400 μ (fig. 8). La couleur du pied, brun noirâtre à la base, va se dégradant jusqu'au sommet, et à la naissance des spores elle est d'un jaune sale. Les spores, incolores, ont 12 à 15 μ de longueur et 8 à 10 μ de largeur ; elles sont légèrement plus petites et plus rondes que celles du *Cladobotryum* (fig. 7). Par la germination, elles donnent un mycélium qui fructifie d'abord comme les *Cladobotryum* ; plus tard seulement apparaissent les *Graphium* (1).

En résumé, de ce qui précède résultent deux faits principaux :

1° L'étude du développement montre que le *Cladobotryum ternatum* Corda ne diffère sans doute pas spécifiquement du *C. gelatinosum* Fuck., dont il n'est qu'une forme qu'on peut réaliser en se plaçant dans des conditions spéciales.

2° Dans le développement du *Cladobotryum gelatinosum* se produit toujours, sur certains milieux nutritifs, une forme agrégée, qui est voisine du *Graphium penicillioides*. La fasciation des filaments entraîne une cutinisation plus forte de la membrane et de nombreuses anastomoses entre eux. Enfin les arbuscules sporifères dont la coalescence constitue le capitule du *Graphium* ne sont que des fructifications de *Cladobotryum* modifiées par la fasciation : toutes les transitions peuvent s'observer entre les deux sortes d'arbuscules.

---

(1) Cette particularité permet de recueillir isolément, avec la plus grande facilité, soit les spores de *Cladobotryum*, soit celles de *Graphium*. En effet, à l'âge où les cultures présentent des tiges de *Graphium* non encore sporifères, les spores de *Cladobotryum* sont développées et mûres. A l'aide d'un fil de platine recourbé en anneau et portant une gouttelette d'eau stérilisée, on fait une prise de semence, en ayant bien soin de n'emporter que des spores *sans trace de mycélium*, ce que la caducité des spores rend assez facile, et ce qu'on vérifie d'ailleurs au microscope. Plus tard, quand les capitules de *Graphium* sont entièrement développés, ils s'élèvent suffisamment au-dessus du tapis mycélien pour qu'on puisse sans difficulté y faire une prise de semence tout à fait pure.

Cet artifice peut être utilisé chaque fois que l'on veut isoler l'une de l'autre deux Mucédinées qui exigent pour fructifier des laps de temps différents.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 22

(Grossissement = 450)

Fig. 1.— Développement d'un arbuscule sporifère de *Cladobotryum*; *a*, une seule spore est formée ; *b*, *c*, une deuxième, puis une troisième spores prennent naissance ; *d*, capitule à trois spores entièrement développé.

Fig. 2. — Filament fructifère développé sur carotte ; la cellule basidiale porte de nombreuses spores.

Fig. 3.—Début d'une fasciation ; le filament fructifère né sur elle est identique à un *Cladobotryum*.

Fig. 4. — Autre cas de fasciation ; l'arbuscule sporifère est assez profondément modifié.

Fig. 5. — Une fasciation plus avancée ; les rameaux fructifères sont opposés.

Fig. 6. — Cas d'un arbuscule où les spores sont presque toutes solitaires ; les stérigmates ont disparu.

Fig. 7. — Arbuscule isolé du capitule de *Graphium* ; les cellules terminales sont grêles et acuminées, et disposées en pseudoverticille ; les stérigmates ont disparu ; les spores sont solitaires.

Fig. 8. — Aspect du *Graphium* vu à un plus faible grossissement.

ÉTUDE SUR LA FLORE MARITIME
DU GOLFE DE GASCOGNE

par **M. L. GÉNEAU DE LAMARLIÈRE** (*Fin*).

IV. — Zone des dunes

Les dunes bordent, comme on le sait, le rivage du Golfe de Gascogne depuis l'embouchure de la Gironde jusqu'à celle de l'Adour. Plus au sud on retrouve des localités sableuses semblables aux dunes, à l'embouchure des rivières.

On peut toujours diviser ces sables, au moins en deux portions plus ou moins étroites et toujours parallèles au rivage. L'une d'elles borde immédiatement l'estran, et s'étend le long du niveau atteint par les plus hautes marées ; elle possède ses espèces spéciales tout à fait halophiles, mais qui souvent se mélangent intimement aux espèces caractéristiques de la dune proprement dite, qui ont moins d'affinité pour le sel marin. Ces deux flores sont généralement mieux séparées dans le Nord de la France et sur le rivage du département de la Manche ; elles le sont beaucoup moins sur le littoral du Golfe de Gascogne. Ceci ressortira mieux d'ailleurs en étudiant successivement diverses localités.

1° *Bassin d'Arcachon.* — Sur la plage même, en face de la ville, la marée montante laisse peu d'espace libre. Cependant sur plusieurs points les sables mouvants du rivage donnent asile à un certain nombre d'espèces : *Cakile maritima*, *Salsola Kali*, *Salsola Soda*, *Atriplex farinosa*. Ces plantes se rencontrent presque partout dans la zone de bordure des hautes mers. A ces espèces franchement maritimes s'en mêlent d'autres qui recherchent seulement une station sableuse, et que le sel marin ne fait pas fuir : *Senecio vulgaris*, *Amarantus Blitum*, *Polygonum aviculare*, *Cynodon Dactylon*, *Digitaria sanguinalis*, *Panicum italicum*, *Phalaris canariensis*. La présence de plusieurs de ces plantes a pour cause le voisinage immédiat des habitations. Ainsi donc le rivage d'Arcachon montre seulement la zone de bordure des hautes mers. Les habitations qui composent la ville occupant toute la dune, la flore de cette seconde zone n'existe pas.

2° *Les dunes de l'embouchure de l'Adour* au Boucau sont peu élevées et peuvent se diviser assez bien en trois zones distinctes.

Dans la première, la plus rapprochée de la mer, et qui peut être mise en parallèle avec la zone de bordure des hautes marées, si nette dans la Manche, montre en abondance : *Cakile maritima*, *Honkeneja peploides, Euphorbia Peplis*, *E. polygonifolia*, *Salsola Kali* et *Soda*, *Polygonum maritimum*. L'*E. polygonifolia*, espèce américaine, qui imite parfaitement dans son port l'*E. Peplis*, croît côte à côte avec ce dernier. Il m'a paru assez répandu le long du littoral français.

Les espèces que je viens de citer s'écartent peu du bord de l'eau salée (cinquante mètres au plus); elles sont mêlées, au moins en partie, aux espèces suivantes, qui peuvent s'éloigner davantage du rivage, mais qui sont encore spéciales aux sables maritimes : *Alyssum campestre*, *Silene Thorei, Eryngium maritimum, Galium arenarium*, *Diotis candidissima*, *Artemisia crithmifolia, Linaria thymifolia, Convolvulus Soldanella*, *Euphorbia Paralias*, *Pancratium maritimum*, *Psamma arenaria* R., *Agropyrum junceum* CC., *Festuca sabulicola*. Il s'y rencontre aussi des espèces simplement xérophiles, attirées seulement par la station sablonneuse ou par l'absence de concurrence vitale : *Diplotaxis muralis, Alyssum montanum*, *Sedum acre*, *Helichrysum Stœchas*, *Thymus Serpyllum*, *Orobanche amethystea*, *Thesium humifusum*, *Carex arenaria*, *Cynodon Dactylon*, *Aira canescens*.

Il me paraît y avoir ici le mélange de deux zones bien distinctes sur le rivage de la Manche et du Nord de la France, et ce fait est attribuable au peu de relief des dunes : les embruns marins peuvent être chassés par les vents violents de l'Ouest jusqu'à une assez grande distance du rivage proprement dit et permettre ainsi à des espèces nettement halophiles de se mélanger aux espèces des dunes proprement dites.

Je dois signaler aussi dans la zone soumise à l'influence du sel marin la présence de trois espèces que l'on est habitué de rencontrer dans les falaises, ce sont le *Crithmum maritimum*, qui serre ici de très près le rivage, le *Raphanus maritimus* et l'*Anthyllis Vulneraria* var. *maritima*.

En arrière de la zone précédente s'en développe une autre également sableuse, mais qui tend à passer à l'état de dune fixe; le sol, en maint endroit, est couvert d'un tapis continu de mousses: *Rhacomitrium canescens*, *Barbula ruraliformis*, etc. Les espèces les plus communes en cet endroit, sont: *Cistus salviæfolius*, *Helianthemum guttatum*, *Dianthus gallicus*, *Silene portensis*, *Arenaria leptoclados*, *A. Lloydii*, *Lotus corniculatus* variété *crassifolius*, *Trifolium arvense*, *Ulex europæus*, *Ononis procurrens*, *Sarothamnus scoparius*, *Œnothera longiflora*, *Œ. stricta*, *Eryngium campestre*, *Asperula cynanchica*, *Rubia peregrina*, *Hieracium eriophorum*, *Andryala sinuata*, *Jasione montana*, *Asparagus officinalis*, *Phleum arenarium*, *Digitaria sanguinalis*, *Kœleria albescens*. Sauf quelques espèces propres aux sables maritimes (*Dianthus*, *Silene*), on ne rencontre guère dans cette zone que les espèces communes des sables landais.

Derrière ces dunes fixées commence la forêt de Pins maritimes, sous lesquels on retrouve quelques-unes des espèces précédentes et en plus: *Dianthus prolifer*, *Erica vagans*, *Scirpus holoschœnus*, *Juniperus communis*, etc.

3° *Saint-Jean-de-Luz*. — Entre Saint-Jean-de-Luz et Guéthary, à l'embouchure du petit ruisseau d'Etchebiague, j'ai trouvé une station très intéressante de sables maritimes, à flore complexe, comprenant un mélange de plantes maritimes et continentales. On y constate: *Glaucium flavum*, *Papaver Rhœas*, *Raphanus maritimus*, *Cakile maritima*, *Stellaria media*, *Trifolium maritimum*, *T. repens*, *T. fragiferum*, *Crithmum maritimum*, *Eryngium maritimum*, *Cichorium Intybus*, *Convolvulus Soldanella*, *C. sepium*, *Linaria thymifolia*, *L. supina*, *Plantago lanceolata*, *Polygonum maritimum*, *P. hydropiper*, *Euphorbia Paralias*, *E. pubescens*, *E. Peplis*, *E. polygonifolia*.

Une flore également mélangée se rencontre sur le rivage de la baie de Saint-Jean-de-Luz, où on retrouve une grande partie des espèces indiquées au Boucau, et de nombreuses plantes continentales: *Glaucium flavum*, *Sinapis incana*, *S. arvensis*, *Diplotaxis muralis*, *Cakile maritima* CC., *Dianthus gallicus* R., *Honkeneja* *peploides*, *Ononis procurrens*, *Medicago lupulina*, *M. sativa*, *Lotus corniculatus* variété *crassifolius*, *Trifolium repens*, *Sedum acre*, *Crithmum maritimum*, *Eryngium maritimum* C., *E. campestre*, *Galium arenarium*, *Centaurea Calcitrapa*, *Erigeron canadense*, *Helminthia echioides*, *Taraxacum Dens-leonis*, *Sonchus oleraceus*, *Leontodon autumnale*, *Hypochœris radicata*, *Barkhausia fœtida*, *Cichorium Intybus*, *Convolvulus Soldanella*, *Solanum Dulcamara*, *Orobanche amethystea*, *Linaria thymifolia*, *Anagallis arvensis*, *Plantago Coronopus*, *P. lanceolata*, *Atriplex hastata* variété *maritima*, *Salsola Kali* R., *Euphorbia Paralias*, *Polygonum maritimum*, *Ulmus campestris* et *Salix purpurea* rabougris, *Carex arenaria* C., *Vulpia myuros*, *Festuca arundinacea*, *F. oraria*, *Bromus Schraderi*, *B. madritensis*, *B. sterilis*, *Cynodon Dactylon*, *Scleropoa rigida*, *Agrostis maritima*, *Avena fatua*, *Agropyrum pycnanthum*, *A. junceum*, *Hordeum maritimum*.

Il est impossible de retrouver sur cette plage des zones distinctes et toutes les plantes précédentes y croissent pêle-mêle. Toutefois, les espèces continentales se rencontrent plutôt au voisinage des habitations.

4° *La plage et les sables maritimes d'Hendaye* offrent la même végétation qu'à St-Jean-de-Luz. Je citerai seulement quelques espèces que je n'ai pas eu l'occasion de rencontrer ailleurs : *Sedum anglicum*, *Trifolium angustifolium*, *Seseli montanum*, *Aster acris*, *Datura Stramonium*, *Verbascum Blattaria*, *V. sinuatum*, *Orobanche epithymum*, *Salvia verbenaca*, *Polygonum maritimum* forme *erectum*, *Populus nigra*, *Arundo Donax*, *Equisetum hyemale*.

5° *La plage de la Zurriola* à Saint-Sébastien est aujourd'hui en grande partie occupée par les habitations, mais on y retrouve plusieurs des espèces précédemment nommées ; je ne citerai que quatre espèces continentales qui viennent grossir les listes précédentes : *Lepidium Draba*, *Senebiera pinnatifida*, *Trigonella Fœnum-græcum* et *Xanthium strumarium*.

6° *Les sables de las Arenas*, sur la rive droite de l'embouchure du Nervion, près de Bilbao, forment une belle station de plantes maritimes, où l'on retrouve la plupart des espèces des Landes. J'ajouterai seulement : *Cineraria maritima* et *Lagurus ovatus* pour le bord immédiat de la mer ; puis *Melilotus alba*, *Ononis reclinata*, *Œnothera longiflora*, *Anthemis nobilis*, *Chlora perfoliata*, *Erythræa Centaurium* et *pulchella*, *Hippophae rhamnoides*, *Elæagnus angustifolius*, *Smilax aspera*, *Juncus acutus*, *Echinaria capitata*, *Equisetum variegatum*, pour l'intérieur de la dune et le petit bois de Pins maritimes qui en occupe une partie. Je ferai remarquer ici la présence du *Juncus acutus*, qui est un peu cosmopolite, mais qui recherche plutôt les endroits vaseux, et aussi celle de plusieurs espèces plus communes sur les falaises : *Chlora perfoliata*, *Smilax aspera*, *Euphorbia pubescens*, etc.

7° *Les deux plages de Sardinero*, près de Santander, n'offrent que la répétition de la même flore. Je citerai seulement : *Ononis striata* et *Herniaria ciliata*, qui ne font pas partie des listes précédentes.

J'ajouterai à ces espèces un certain nombre d'autres qui n'ont pu prendre place dans les listes précédentes, étant donnée l'époque où j'ai fait mes excursions : *Malcolmia littorea* et *maritima*, *Matthiola sinuata*, *Alyssum maritimum*, *Clypeola Gaudini*, *Lychnis læta*, *Arenaria pentandra*, *Cerastium pumilum*, *Medicago marina*, *M. striata*, *M. littoralis*, *Astragalus Bayonnensis*, *Scabiosa maritima*, *Solidago macrorhiza*, *Erythræa maritima*, *Echium maritimum*, *E. italicum*, *Omphalodes littoralis*, *Scrofularia Scorodonia*, *Linaria arenaria*, *L. maritima*, *Ephedra distachya*, *Carex trinervis*, *Scleropoa maritima* et *hemipoa*.

Les listes précédentes montrent la grande richesse des sables maritimes du Golfe de Gascogne en plantes recherchant le sel marin, ou simplement le sol sablonneux.

Si maintenant, l'on compare cette flore à celle du littoral des régions voisines, on voit qu'elle forme un ensemble caractéristique. En effet, plusieurs espèces ne dépassent pas ou peu la Gironde au nord ; ce sont les *Malcolmia littorea* et *maritima*, qui sont généralement introduits du Midi, *Alyssum arenarium*, *Clypeola Gaudini*, *Arenaria pentandra*, *Scabiosa maritima*, *Echium italicum* et *maritimum*, qui sont également originaires du Midi, les *Lychnis læta*, *Festuca maritima* et *hemipoa*, qui appartiennent à la flore de l'Ouest, et enfin les *Solidago macrorhiza* et *Hieracium eriophorum*, qui paraissent propres au Golfe de Gascogne.

En revanche, plusieurs espèces qui existent sur le littoral de l'Ouest, au nord de la Gironde, n'ont pas encore été constatées sur celui du Golfe de Gascogne. Ce sont : le *Crambe maritima*, qui paraît sauter directement des rivages de la Galice sur ceux de la Bretagne, l'*Erodium maritimum*, le *Crepis Suffreniana*, l'*Erythræa littoralis*, le *Linaria arenaria*, l'*Asterolinum stellatum* et le *Festuca Michelii.*

D'autres espèces arrivant du Midi n'atteignent pas le Golfe de Gascogne et contournent à peine la côte de la Galice ; les principales sont : *Cakile monosperma*, *Silene littorea*, *Polygala ciliata*, *Erodium sabulicolum*, *E. Salzmanni*, *Empetrum album*, *Scrofularia frutescens*, *Echium candicans*, *Stachys maritima*, *Asperula maritima*, *Kœleria maritima*, *Chæturus prostratus* et *C. fasciculatus.*

En résumé, la flore des sables maritimes du Golfe de Gascogne forme un ensemble riche et caractéristique, se distinguant de la flore des lieux similaires des régions voisines. Deux espèces lui sont particulières, les *Solidago macrorhiza* et *Hieracium eriophorum*. Plusieurs autres atteignent là leur limite de dispersion septentrionale, et différencient la flore du Golfe d'avec celle des rivages de l'Ouest de la France; toutefois, un bon nombre d'espèces méridionales ne dépassent pas les côtes de la Galice, et ce fait est dû principalement à l'humidité particulière du climat, causée par la situation du pays par rapport aux montagnes et à la mer. Mais le fond de la végétation de ces sables est plutôt comparable à la flore de l'Ouest, et il n'y a que quelques espèces de cette dernière région qui font défaut au littoral du Golfe.

La flore maritime de cette région étant ainsi caractérisée, on peut se demander s'il est possible d'établir des zones secondaires dans ces sables maritimes. Dans les localités que j'ai explorées il m'a été impossible d'établir des limites précises entre différentes zones, beaucoup mieux dessinées sur les rivages de la Manche. Les espèces qui serviraient à caractériser ces différentes zones, croissent mélangées intimement les unes aux autres, et ce fait est dû au manque de relief des dunes, qui reçoivent assez loin dans l'intérieur les embruns salés. La zone de bordure des hautes marées empiète ainsi sur la zone des dunes proprement dite, et celle-ci descend jusqu'aux endroits directement baignés par l'eau de mer.

J'ai noté à diverses reprises l'envahissement des dunes par le

Crithmum maritimum, le *Raphanus maritimus*, le *Dianthus gallicus*, etc., qui sont très généralement répandus dans les falaises et qui tendent à détruire les barrières que des observations incomplètes ou faites dans des régions trop restreintes tendraient à établir entre la végétation des dunes et celle des falaises.

Enfin bon nombre d'espèces continentales se développent dans les sables maritimes sans paraître trop souffrir de la sécheresse ou de la présence du sel marin ; parfois elles modifient leur aspect et prennent la consistance grasse particulière à un bon nombre d'halophiles ; les plus communes sont : *Senecio vulgaris*, *Polygonum aviculare*, *Thymus serpyllum*, *Lotus corniculatus*, *Ononis procurrens*, *Jasione montana*, *Stellaria media*, *Cichorium Intybus*, *Plantago Coronopus*, *P. lanceolata*, *Sinapis arvensis*, *Erigeron canadense*, *Sonchus oleraceus*, *Leontodon autumnale*, *Hypochœris radicata* et bon nombre de Graminées qui modifient peu leur aspect extérieur : *Cynodon Dactylon*, *Digitaria sanguinalis*, *Bromus* divers, etc.

V. — ZONE DES FALAISES

Les falaises du Golfe de Gascogne, ainsi que je l'ai dit plus haut, s'étendent presque sans interruption depuis Biarritz jusqu'à Santander, sur une étendue d'environ 250 kilomètres.

Je vais essayer de rendre le plus exactement possible la physionomie de la flore de ces falaises, en étudiant en détail divers points de la côte que j'ai pu explorer minutieusement.

1° *Arcachon*. — Bien que la côte d'Arcachon ne possède pas de falaises et qu'elle soit entièrement sableuse, il y existe cependant des digues en pierres construites pour consolider les terrains de bordure et qui imitent jusqu'à un certain point la structure de la station des falaises. C'est dans de tels endroits que j'ai pu constater la présence des *Lavatera arborea*, *Atriplex Halimus* et *Tamarix anglica*. Ailleurs, sur des talus terreux qui forment une station intermédiaire entre les falaises et les dunes, croît en abondance l'*Hordeum maritimum*.

2° *Biarritz*. — Un point essentiellement favorable pour étudier la flore des falaises du Golfe de Gascogne, c'est Biarritz. Sa principale plage peu étendue est développée entre deux caps de rochers gréseux : la pointe de Biarritz et la pointe de Saint-Martin. Plusieurs rochers qui semblent jetés dans la mer à quelque distance du rivage, contribuent à donner à cette petite baie un aspect des plus pittoresques. Autant que j'ai pu m'en rendre compte, la plupart de ces rocs manquant de terre végétale, sont dépourvus de toute végétation ; on voit toutefois sur quelques-uns d'entre eux, le *Crithmum maritimum* qui habite les anfractuosités des blocs et qui se trouve ici dans sa station normale.

Un roc un peu plus important que les autres, situé plus près du rivage auquel il est réuni par un pont en fer, le Rocher du Basta, est pourvu de terre végétale et couvert d'une abondante végétation. On y trouve côte à côte les *Cistus salviæfolius*, *Frankenia lævis*, *Tamarix anglica*, *Ulex europæus*, *Lotus corniculatus* var. *crassifolius*, *Trifolium pratense*, *Anthyllis Vulneraria* var. *maritima*, *Daucus gummifer*, *Crithmum maritimum*, *Heracleum pyrenaicum*, *Libanotis Candollei*, *Inula crithmoides*, *Achillea Millefolium* (forme maritime à segments des feuilles très épaissis), *Leucanthemum vulgare* var. *crassifolium*, *Picris spinulosa*, *Sonchus asper*, *Leontodon autumnale*, *Erica vagans*, *Chlora perfoliata*, *Vincetoxicum laxum*, attaqué par le *Cronartium Asclepiadeum*, *Cuscuta major* attaquant les *Erica*, *Orobanche Crithmi*, *Linaria supina*, *Statice occidentalis*, *Plantago carinata*, *P. Coronopus*, *P. lanceolata* var. *eriophora*, *Atriplex hastata* var. *salina*, *Smilax aspera*, *Festuca ovina*, *Agropyrum acutum*, *Dactylis glomerata*, *Brachypodium pinnatum*, *Scleropoa rigida*, *Pteris aquilina* R.

Voici maintenant les espèces que l'on peut observer sur la falaise de la Pointe de Biarritz. Des galeries suspendues, faites pour la commodité des promeneurs, permettent d'explorer en détail les parois du rocher. La flore présente beaucoup de ressemblance avec celle que je viens de citer précédemment, mais il s'y mêle déjà plus d'espèces continentales. On y voit : *Raphanus maritimus*, *Matthiola incana*, *Linum alpinum*, *Tamarix anglica*, *Ulex europæus*, *U. nanus*, *Lotus corniculatus* var. *crassifolius*, *Bonjeanea recta*, *Trifolium pratense*, *Rubus fruticosus*, *Vitis vinifera*, *Crithmum maritimum*, *Daucus Carota*, *D. gummifer*, *Torilis Anthriscus*, *Hedera Helix*, *Pulicaria dysenterica*, *Helichrysum Stœchas*, *Inula Conyza*, *I. crithmoides*, *Aster acris*, *Cichorium Intybus*, *Helminthia echioides*, *Erica vagans*, *Vince-*

toxicum officinale var. *luteolum, Linaria supina, Verbascum floccosum, Orobranche Crithmi, Teucrium Scorodonia, Anagallis arvensis* (forme maritime), *Statice occidentalis, Plantago Coronopus, Euphorbia portlandica, Parietaria officinalis, Smilax aspera, Agropyrum pycnanthum, Pteris aquilina, Asplenium Adianthum-nigrum.*

Sur la face du promontoire tournée vers la côte des Basques, croissent *Frankenia lævis, Samolus Valerandi, Scirpus holoschœnus* et *Cyperus longus.*

Au rocher percé de la Vierge, la terre végétale fait presque complètement défaut ; seules quelques plantes peu délicates croissent dans les interstices des rocs ; presque toutes appartiennent à la flore exclusivement maritime : *Spergularia rupestris, Frankenia lævis, Crithmum maritimum, Inula crithmoides, Helichrysum Stæchas, Armeria maritima, P. major, Atriplex hastata, Scleropoa rigida.*

La falaise du Cap Saint-Martin, sur sa face tournée du côté de la baie, m'a montré entre autres espèces : *Salvia verbenaca, Euphorbia Paralias*, dans un endroit un peu sableux, *Juncus acutus, Scirpus holoschœnus, S. Rothii, S. Savii, Schœnus nigricans*, dans des endroits humides.

3° *Guéthary et Saint-Jean-de-Luz.* — La falaise de Sainte-Barbe, à Saint-Jean-de-Luz, montre vers sa base, à quelques mètres au-dessus du niveau des hautes mers, une flore nettement halophile ; les *Daucus gummifer, Crithmum maritimum, Plantago maritima, P. carinata, Atriplex Halimus, Juncus acutus, Lepturus incurvatus* y sont abondants. Un peu plus haut se rencontrent des espèces moins nettement halophiles qui peuplent les pelouses : *Sinapis incana, Tamarix anglica, Trifolium fragiferum, Anthyllis vulneraria* var. *maritima, Rubia peregrina, Helminthia echioides, Vincetoxicum officinale* (forme littorale à feuilles serrées), *Lithospermum prostratum, Linaria græca, Salvia verbenaca, Euphorbia pubescens.*

Aux espèces précédentes s'en mêlent d'autres qui appartiennent à la flore continentale, et dont voici une liste aussi complète que possible : *Clematis Vitalba, Sinapis arvensis, Linum alpinum* var. *Leonii, L. catharticum, L. gallicum, Lotus corniculatus* var. *crassifolius, Trifolium repens, T. pratense, T. angustifolium, Medicago lupulina, Melilotus alba, Ulex europæus, U. nanus, Genista hispanica,* *Tetragonolobus siliquosus*, *Lathyrus pratensis*, *Rubus fruticosus*, *Potentilla splendens*, *P. Tormentilla*, *Agrimonia Eupatoria*, *Daucus Carota*, *Eryngium campestre*, *Seseli montanum*, *Torilis helvetica*, *Fœniculum vulgare* CC., *Hedera Helix*, *Lonicera Periclymenum*, *Sambucus Ebulus*, *Dipsacus silvestris*, *Cirsium lanceolatum*, *C. bulbosum*, *Galactites tomentosa*, *Leucanthemum vulgare* var. *crassifolium*, *Pulicaria dysenterica*, *Achillea Millefolium*, *Cichorium Intybus*, *Sonchus oleraceus*, *Hypochœris radicata*, *Taraxacum Dens-leonis*, *Hieracium Pilosella*, *Leontodon hispidus*, *Chlora perfoliata* (formes diverses), *Erythræa Centaurium* et sa variété *capitata*, *Erythræa pulchella* et sa variété *ramosissima*, ainsi qu'une forme appauvrie presque uniflore, *Erica vagans*, *E. ciliaris*, *E. cinerea*, *Calluna vulgaris*, *Ligustrum vulgare*, *Convolvulus sepium*, *C. arvensis*, *Cuscuta epithymum*, *Solanum Dulcamara*, *Mentha silvestris*, *Brunella vulgaris*, *B. alba*, *B. grandiflora*, *Betonica officinalis*, *Orobanche amethystea*, *Verbena officinalis*, *Anagallis arvensis* (forme maritime), *Plantago Coronopus*, *P. lanceolata*, *P. media*, *P. major*, *P. carinata*, *Polygonum aviculare*, *Smilax aspera*, *Cynodon Dactylon*, *Holcus mollis* et *molliformis*, *Briza media*, *Cyperus longus*, *Scirpus holoschœnus*, *Equisetum Telmateia*, *E. ramosum*, *Pteris aquilina*.

Sur un point la falaise devient nettement sableuse ; on trouve aussitôt une flore spéciale qui rappelle celle des dunes : *Dianthus gallicus*, *Medicago sativa*, *Asperula cynanchica*, *Helichrysum Stœchas*, *Plantago arenaria*, *Phleum arenarium*, *Lagurus ovatus*, *Barbula ruralis*.

Telle est la flore des falaises et de leurs pelouses entre Saint-Jean-de-Luz et Guéthary, en juillet et en août. Elle est surtout caractérisée par l'absence d'arbres, la grande abondance des Éricacées et des *Ulex* rabougris qui forment un tapis serré et presque continu. Lorsque quelque buisson ou quelque haie plus élevée se présente, on voit immédiatement, s'enlaçant aux branchages comme de vraies lianes, le *Smilax aspera* et le Chèvrefeuille, qui forment un tout impénétrable.

Au sud de la baie de St-Jean-de-Luz, la falaise du Socoa présente la même flore que celle de Sainte-Barbe. J'ajouterai seulement : *Poterium Sanguisorba*, *Aster acris*, *Campanula glomerata*, *Schœnus nigricans* CC. et au voisinage d'une source : *Samolus Valerandi*, *Anagallis tenella*, *Hypericum tetragonum*, *Scirpus Savii*.

4° *Hendaye et Cap Figuier.* — L'estuaire de la Bidassoa est bordé sur sa rive droite, au pied du village d'Hendaye, par une petite falaise peu élevée dont l'escarpement est couvert de végétaux buissonnants tels que *Rhamnus Alaternus*, *Cratægus oxyacantha*, *Tamarix anglica*, *Ligustrum vulgare*, *Atriplex Halimus*, *Corylus Avellana*, *Quercus Tozza*, *Ficus Carica*. Dans les intervalles de ces arbrisseaux se développe une flore où les espèces halophiles sont rares, malgré le voisinage de la mer : je n'y citerai que *Agropyrum pungens* et *Dianthus gallicus ;* le reste de la flore est composé, soit de plantes qui se tiennent à peu de distance du littoral, comme *Sinapis incana*, *Rubia peregrina*, *Trifolium fragiferum*, *Pulicaria dysenterica*, *Helminthia echioides*, soit de plantes plus continentales comme *Raphanus Raphanistrum*, *Linum catharticum*, *L. gallicum*, *Androsæmum officinale*, *Trifolium pratense*, *T. angustifolium*, *Medicago lupulina*, *Melilotus altissima*, *Lotus corniculatus*, *Agrimonia Eupatoria*, *Fœniculum vulgare* CC., *Daucus Carota*, *Angelica silvestris*, *Hedera Helix*, *Dipsacus silvestris*, *Eupatorium cannabinum*, *Cirsium arvense*, *Sonchus asper*, *Xanthium strumarium*, *Erica vagans*, *Erythræa ramosissima*, *Convolvulus sepium*, *Lithospermum officinale*, *Solanum Dulcamara*, *Euphorbia pilosa*, *Smilax aspera*, *Iris fœtidissima ?*, *Dactylis glomerata*, *Cynodon Dactylon*, *Polypodium vulgare*, *Adianthum Capillus-Veneris.*

La falaise du Cap Figuier, située en face de la précédente, est formée par les derniers contreforts du Mont Jaizquibel. Sa flore est absolument la même que celle des falaises suivantes.

5° *Passages San-Juan.* — Le port ou baie de Passages est forme par l'estuaire de l'Oyarzun, qui, d'abord très élargi, devient bientôt très étroit pour franchir une passe creusée entre de hauts rochers et qui aboutit à la mer. C'est l'une des rives de cette passe que j'ai explorée avec soin, depuis le village de San-Juan, jusqu'à la mer. Les flancs de cette colline escarpée, qui est l'extrémité sud du Monte Jaizquibel, sont formés de grands rochers donnant naissance à plusieurs sources ; çà et là se rencontrent aussi de petits marécages. Bien que la mer soit tout à fait à proximité, l'influence du sel marin est pour ainsi dire nulle sur la végétation de cette rive, et la flore est composée des espèces communes dans les basses montagnes des Pyrénées cantabriques.

Le fond du tapis végétal est formé de Bruyères (*Erica cinerea*, *E. vagans*, etc.), mêlées d'*Ulex*, de Ronces, de *Smilax aspera* en fourrés inextricables. Le *Pteris aquilina*, très abondant aussi, se joint aux espèces précédentes.

Voici d'ailleurs la liste des espèces reconnaissables à cette époque de l'année : *Cistus salviæfolius* C., *Dianthus gallicus*, *Drosera rotundifolia*, *Linum alpinum*, *Androsæmum officinale*, *Hypericum pulchrum*, *Sedum hirsutum*, *Umbilicus pendulinus*, *Ulex europæus* CC., *Ulex nanus*, *Genista hispanica*, *Lotus corniculatus* var. *crassifolius*, *Trifolium maritimum ?*, *Potentilla splendens* CC., *P. Tormentilla*, *Sanguisorba officinalis*, *Rubus fruticosus*, *Lythrum Salicaria*, *Laserpitum latifolium*, *Pimpinella magna*, *Carum verticillatum*, *Galium uliginosum*, *Cirsium bulbosum*, *Carlina vulgaris*, *Lobelia urens*, *Jasione montana*, *Campanula glomerata*, *Wahlenbergia hederacea* C., *Erica cinerea*, *E. vagans*, *E. ciliaris*, *Dabœcia polifolia*, *Lithospermum prostratum*, *Vincetoxicum officinale* (forme), *Mentha silvestris*, *Brunella grandiflora*, *Betonica officinalis*, *Scutellaria minor*, *Pinguicula vulgaris*, *P. lusitanica*, *Anagallis arvensis* (forme maritime), *A. tenella*, *Samolus Valerandi*, *Parietaria officinalis*, *Quercus Tozza*, *Smilax aspera*, *Asphodelus albus*, *Schœnus nigricans* CC., *Holcus lanatus*, *Pinus maritima*, *Osmunda regalis*, *Pteris aquilina* CC., *Adianthum Capillus-Veneris*, *Blechnum Spicant*, *Equisetum Telmateia*.

On voit donc que, sauf le *Crithmum maritimum*, qui est tout-à-fait à la base de la falaise, et les *Dianthus gallicus*, *Lithospermum prostratum*, *Pinguicula lusitanica*, *Samolus Valerandi* et *Schœnus nigricans*, tout le reste de la végétation est nettement continental. Plusieurs espèces comme les *Umbilicus pendulinus*, *Carum verticillatum*, *Lobelia urens*, *Wahlenbergia hederacea*, *Erica vagans*, *Dabœcia polifolia*, *Quercus Tozza*, donnent à cette flore un cachet nettement occidental.

6° *Saint-Sébastien*. — J'ai fait autour de Saint-Sébastien diverses excursions dont je vais examiner successivement les résultats.

A. *Monte Ulia*. — Le Monte Ulia est cette colline qui borde le rivage entre Saint-Sébastien et Passages. Elle se termine du côté de la mer par des pentes abruptes et peu abordables qui forment les pointes de Maupas et de la Atalaya. Après une descente assez dangereuse, suivie d'une escalade pénible, j'ai pu me rendre compte de la végétation au contact de l'eau salée.

Elle est pauvre et m'a paru, au moins aux endroits que j'ai pu explorer, composée uniquement de *Spergularia rupestris*, *Crithmum maritimum* et *Plantago maritima*.

On y voit aussi quelques espèces continentales revêtir des formes maritimes; telles sont les *Lotus corniculatus*, *Bonjeanea recta*, *Anthyllis Vulneraria*, *Tussilago Farfara*, *Achillea Millefolium*, On trouve également là le *Chlora perfoliata* avec ses formes multiples de plus en plus appauvries qui semblent vouloir passer au *C. imperfoliata* et ne jamais pouvoir y arriver. Mais sitôt que l'on s'élève sur la pente escarpée de cette côte, on voit disparaître très rapidement la flore maritime qui fait place à la flore purement continentale. Tout au plus peut-on citer le *Crithmum maritimum* et le *Daucus gummifer* qui s'élèvent jusqu'à une altitude de 80 mètres environ.

La flore continentale a beaucoup de rapport avec celle de Passages, j'y ajouterai seulement : *Helianthemum guttatum*, *Senebiera pinnatifida*, *Corrigiola littoralis*, *Galium Cruciata*, *G. Mollugo*, *Anthemis nobilis*, *Filago gallica*, *Scorzonera humilis*, *Senecio adonidifolius*, *Teucrium Scorodonia*, *Verbena officinalis*, *Lilium ....?* (en fruits), *Juncus fluitans*, *J. effusus*, *Aspidium aculeatum*, *Scolopendrium officinale*, *Asplenium Adianthum-nigrum*, *A. Filix-fœmina*, *Polystichum Filix-mas*.

B. *Monte Urgullo.* — C'est une hauteur isolée, formée de rochers escarpés et souvent à pic, qui domine la vieille ville de Saint-Sébastien au nord-ouest. Elle est réunie au continent par une langue de terre qui sépare la *Concha* et le port de Saint-Sébastien de l'embouchure de l'Urumea et sur laquelle est bâtie la ville nouvelle. Les pentes de ce rocher présentent une flore maritime intéressante à laquelle se mêlent un certain nombre d'espèces rudérales ou continentales. L'influence du sel marin peut se constater du haut en bas du rocher, au moins du côté qui fait face à l'Océan. J'ai observé les espèces suivantes : *Brassica silvestris*, *Senebiera pinnatifida*, *Reseda luteola*, *Dianthus gallicus*, *Arenaria leptoclados*, *Silene portensis*, *Linum gallicum*, *Malva silvestris*, *Erodium malacoides*, *Ruta graveolens*, *Ulex europæus*, *Genista hispanica*, *Lotus corniculatus*, *L. hispidus*, *Trifolium pratense*, *Lathyrus silvestris*, *Spartium junceum*, *Lythrum Salicaria*, *Portulaca oleracea*, *Corrigiola littoralis*, *Polycarpon tetraphyllum*, *Crithmum* *maritimum*, C. partout et jusqu'au sommet des clochers de l'église Santa-Maria, *Smyrnium Olusatrum, Daucus gummifer, Fœniculum vulgare, Eryngium campestre, Hedera Helix, Sambucus Ebulus, Rubia peregrina, Dipsacus silvestris, Cirsium palustre, C. lanceolatum, Lactuca virosa, Carlina vulgaris, Leontodon hispidus, Erica vagans, Vincetoxicum officinale, Vinca minor, Scrofularia nodosa, Verbascum floccosum, Mentha silvestris, Betonica officinalis, Teucrium Scorodonia Origanum vulgare, Stachys annua, Verbena officinalis, Samolus Valerandi, Anagallis tenella, Plantago carinata, P. Coronopus, Beta maritima, Atriplex hastata* var. *salina, Parietaria officinalis, Euphorbia pilosa, E. pubescens, E. portlandica, Smilax aspera, Asphodelus albus, Iris fœtidissima, Juncus glaucus, Schœnus nigricans, Brachypodium pinnatum, Festuca ovina, Holcus mollis, Scleropoa rigida, Echinaria capitata, Deschampsia cœspitosa, Stenotaphrum americanum, Asplenium Adianthum-nigrum, A. marinum, A. Ruta-muraria, Adianthum Capillus-Veneris, Pteris aquilina, Scolopendrium officinale, Ceterach officinarum.*

C. *Monte Igueldo.* — La flore de cette falaise, depuis le village d'Antiguo jusqu'à la pointe d'Arrincobaja, se montre tout à fait semblable à celle du Monte Ulia et du Monte Jaizquibel à Passages, et donne lieu aux mêmes observations. Je noterai seulement quelques plantes que je n'ai observées qu'en cette localité : *Aquilegia vulgaris, Silene inflata, Vitis vinifera, Vicia Cracca, Pimpinella Saxifraga, Peucedanum officinale, Arundo Donax.*

7° *Embouchure du Nervion, près Bilbao.* — J'ai visité les deux rives de ce petit fleuve, la rive gauche à Santurce, et la rive droite jusqu'à Algorta.

A. *Santurce.* — Cette falaise, formée de grès plus ou moins schisteux, est peu élevée. Elle diffère des précédentes par sa flore surtout rudérale : *Rapistrum rugosum, Senebiera pinnatifida, Fœniculum vulgare, Carthamus tinctorius, Asteriscus spinosus, Pulmonaria officinalis, Echinaria capitata.* Les espèces maritimes les plus intéressantes sont : *Brassica silvestris, Anthyllis maritima* à fleurs roses, *Tamarix anglica, Corrigiola littoralis, Crithmum maritimum, Hordeum maritimum.*

B. *Algorta.* — Les falaises d'Algorta, qui sont sur la rive droite du Nervion, presque en face des précédentes, ont la même flore que celles de Santurce, j'ajouterai seulement : *Sonchus maritimus.*

8° *Santander.* — Les falaises des environs de la ville peuvent se diviser en deux localités distinctes : les unes s'étendent depuis la ville jusqu'à la plage de la Magdalena, les autres depuis la plage de Sardinero jusqu'au Cabo Mayor et au-delà.

Les premières ont des escarpements bas et irréguliers. Les escarpements et les lieux vagues auprès des habitations contiennent : *Raphanus maritimus* CC., *Dianthus gallicus, Crithmum maritimum, Apium graveolens, Sonchus maritimus, Daphne Gnidium, Euphorbia pilosa, E. portlandica, Carex extensa*, qui appartiennent à la véritable flore maritime et ne s'éloignent pas du rivage. D'autres espèces, telles que *Linum gallicum, Ulex europæus, U. nanus, Anthyllis Vulneraria* var. *maritima, Lotus corniculatus* var. *crassifolius, Trifolium fragiferum, Corrigiola littoralis, Lithospermum prostratum* sont abondantes dans les pelouses qui surmontent les escarpements et se mêlent à des espèces franchement continentales, parmi lesquelles je ne citerai que les plus importantes, les autres ayant trouvé place dans les listes précédentes : *Genista hispanica, Trifolium angustifolium, Lobelia urens, Teucrium pyrenaicum, Ruscus aculeatus, Briza maxima, Stenotaphrum americanum.*

Sur plusieurs points des sources forment de petits marécages, où l'on voit apparaître *Lotus uliginosus, Lythrum Græfferi, Anagallis tenella, Samolus Valerandi, Lycopus europæus, Iris Pseudacorus, Cyperus longus, Adianthum Capillus-Veneris* (sur les rochers humides).

Au-delà des bains de la Magdalena la côte forme une petite presqu'île rocheuse peu élevée et que les vents ont recouverte de sables. Ce terrain de composition complexe, participant de la dune et de la falaise, montre une flore fortement mélangée : *Glaucium flavum, Raphanus maritimus, Senebiera pinnatifida, Dianthus gallicus, Anthyllis Vulneraria, Ononis procurrens, Herniaria ciliata, Erodium cicutarium, Eryngium campestre, Crithmum maritimum, Sedum anglicum, Helichrysum Stœchas, Convolvulus arvensis, Linaria supina, L. thymifolia, Teucrium pyrenaicum, Plantago Coronopus, Euphorbia portlandica, Juncus acutus, Schœnus nigricans, Cynodon Dactylon, Lagurus ovatus, Festuca oraria, Pteris aquilina* (rabougri).

Les falaises qui s'étendent depuis la plage de Sardinero jusqu'au Cabo-Mayor sont calcaires et leur altitude peut atteindre 93 mètres au phare. Les escarpements et le bord des pelouses donnent asile aux espèces suivantes : *Raphanus maritimus, Daucus gummifer, Crith-*

mum maritimum, *Sonchus maritimus*, *Inula crithmoides*, *Plantago maritima*, *Armeria maritima*, *Euphorbia pubescens*, *E. portlandica*, *Kœleria albescens*, qui se rattachent directement à la flore maritime.

On y rencontre également des espèces continentales telles que : *Helianthemum vulgare*, *Linum gallicum*, *L. catharticum*, *Genista hispanica*, *Ulex europæus*, *U. nanus*, *Trifolium angustifolium*, *Anthyllis vulneraria* à fleurs roses, *Agrimonia Eupatoria*, *Potentilla splendens*, *Pimpinella Saxifraga*, *Fœniculum vulgare*, *Knautia arvensis*, *Carthamus tinctorius*, *Helichrysum Stœchas*, *Inula montana*, *Cirsium bulbosum*, *Scorzonera humilis*, *Dabœcia polifolia*, *Erica cinerea*, *Erica vagans*, *Vincetoxicum officinale*, *Erythræa Centaurium*, *Chlora perfoliata*, *Lithospermum prostratum*, *Echium vulgare*, *Brunella grandiflora*, *Teucrium pyrenaicum*, *Betonica officinalis*, *Passerina thymelea*, *Euphorbia pilosa*, *Smilax aspera*, *Asphodelus albus*, *Allium....?*, *Briza media*, *B. maxima*, *Festuca glauca*, *Brachypodium pinnatum*, *Echinaria capitata*, *Pteris aquilina*.

Tels sont les résultats de mes recherches sur les falaises du Golfe de Gascogne.

Aux espèces précédentes il faut, pour compléter cette flore, en ajouter quelques autres généralement très rares que je n'ai pu observer sur place : *Cochlearia danica*, *C. officinalis*, *Alyssum maritimum*, *Lavatera cretica*, *Melilotus sulcata*, *Bupleurum tenuissimum* et *semicompositum*, *Polygala ciliata*, *Erythræa maritima*, *Anthoxanthum nanum*, *Kœleria cantabrica*, *Glyceria festucæformis*.

D'après ce qui précède, on peut se faire une idée juste de la végétation des falaises du Golfe de Gascogne. Mais est-il possible d'établir parmi ces plantes des divisions ou des sections correspondant sur le terrain à certaines zones ? Pour quiconque a observé de près la végétation des falaises du Golfe, il est évident qu'aucune *zone* nettement limitée n'existe en réalité. Tout essai en ce genre serait contredit immédiatement par les faits. Toutefois, si l'on considère que certaines espèces serrent de près le rivage, ou s'en écartent à peine, que d'autres ne se rencontrent qu'un peu plus loin, dans l'intérieur, ou seulement sur le sommet des falaises, on reconnaîtra bientôt qu'il est possible d'établir certaines *catégories* d'espèces qui obéissent à certaines lois, et la présence ou l'absence de telle espèce en tel endroit s'explique par certaines causes, qu'il est facile d'expliquer.

1° La première et principale influence qui se fait sentir sur les falaises est celle de l'eau salée. On peut donc établir une première catégorie pour les espèces qui sont adaptées aux sols salés, les espèces halophiles. Les unes sont, sinon propres à la station des falaises, au moins y sont très généralement répandues et se trouvent rarement et par exception en dehors de celles-ci. Voici les plus caractéristiques : *Raphanus maritimus*, *Brassica silvestris*, *Cochlearia danica* et *officinalis*, *Matthiola incana*, *Alyssum maritimum*, *Lavatera arborea* et *cretica*, *Spergularia rupestris*, *Polygala ciliata*, *Erodium malacoides*, *Lythrum Græfferi*, *Daucus gummifer*, *Crithmum maritimum*, *Sonchus maritimus*, *Atriplex Halimus*, *Daphne Gnidium*, *Euphorbia portlandica*, *Schœnus nigricans*, *Festuca arundinacea* var. *littoralis*, *Kœleria cantabrica* et *Glyceria festucæformis*.

Plusieurs des plantes précédentes peuvent se rencontrer également sur les talus, les murs, dans les lieux vagues du littoral, toutes stations d'ailleurs qui ont quelque rapport avec celle des falaises. Ces espèces se rencontrent alors avec d'autres également halophiles, telles que : *Tamarix anglica* et *gallica*, *Trifolium maritimum*, *Beta maritima*, *Scleropoa rigida*, *Agropyrum acutum*, *A. pungens*, *A. pycnanthum*, *Hordeum maritimum*.

Les plantes énumérées ci-dessus ne sont pas les seules qui soient à la recherche des sols salés dans les falaises. On y rencontre aussi des espèces des vases marines : *Frankenia lævis*, *Apium graveolens*, *Inula crithmoides*, *Statice occidentalis*, *Armeria maritima*, *Plantago maritima*, *Juncus acutus*, *Carex extensa*, *Scirpus Rothii* et *S. Savii*.

Moins nombreuses sont celles qui sont communes aux falaises et aux sables : *Cistus salviæfolius*, *Silene portensis*, *Dianthus gallicus*, *Pinus maritima* et *Scirpus holoschœnus*.

A côté des espèces qui sont, à proprement parler, adaptées aux sols salés, on trouve également certaines variétés d'espèces continentales profondément modifiées par la station. Telles sont le *Lotus corniculatus* var. *crassifolius*, l'*Anthyllis Vulneraria* var. *maritima*, le *Tussilago Farfara*, l'*Achillea Millefolium*, le *Leucanthemum vulgare* var. *crassifolium*, le *Sonchus asper*, l'*Erythræa Centaurium* var. *capitata*, le *Vincetoxicum officinale* var. *luteolum*, le *Plantago lanceolata* var. *eriophora*, l'*Atriplex hastata* var. *salina*, etc.

Ces formes maritimes, sans être propres aux falaises du Golfe de Gascogne, y sont généralement répandues.

2° L'influence du sel marin n'est pas la seule qui se fasse sentir dans les falaises ; il est probable que les espèces suivantes sont plus sensibles à l'action du climat particulier à ces régions qu'à tout autre influence. Elles peuvent se répandre jusqu'à une certaine distance dans l'intérieur des terres, et si elles s'éloignent parfois de la côte d'une manière assez considérable, on peut dire qu'elles s'y développent mieux et avec plus d'abondance que partout ailleurs ; ce sont : *Sinapis incana, Ulex europæus, U. nanus, Trifolium fragiferum, Rubia peregrina, Picris spinulosa, Helminthia echioides, Lithospermum prostratum, Linaria græca, Salvia verbenaca, Samolus Valerandi, Pinguicula lusitanica*, etc.

3° Par opposition aux espèces précédentes qui peuvent recevoir l'épithète de *littorales*, les suivantes peuvent être qualifiées de *continentales*. Parmi ces plantes, les unes appartiennent à la flore de l'Ouest, du Sud-Ouest ou du Midi de la France, et il est tout naturel de les rencontrer dans les falaises du Golfe de Gascogne qui sont attenantes à ces régions ; d'autres, plus rares, appartiennent à la région méditerranéenne, plusieurs descendent des montagnes voisines, ou bien, et c'est le plus grand nombre, elles sont ubiquistes ou très uniformément répandues dans l'Europe occidentale.

Les espèces de la première catégorie sont : *Linum gallicum* (Midi), *Ruta graveolens* (Midi et Sud-Est), *Rhamnus Alaternus* (Midi et Ouest), *Spartium junceum* (Midi), *Melilotus sulcata* (Midi), *M. parviflora* (Midi et Ouest), *Trifolium angustifolium* (Midi et Ouest), *Potentilla splendens* (Ouest et Sud-Ouest), *Corrigiola littoralis, Umbilicus pendulinus, Carum verticillatum* (Ouest et Sud-Ouest), *Smyrnium Olusatrum* (Ouest et Midi), *Anthemis nobilis* (Centre et Ouest), *Asteriscus spinosus* (Midi), *Helichrysum Stæchas* (Sud-Ouest, Ouest Midi), *Galactites tomentosa* (Midi), *Lobelia urens* (Ouest, etc)., *Wahlenbergia hederacea* (Ouest et Sud-Ouest), *Erica vagans* (Ouest et Sud-Ouest), *Erica ciliaris* (Nord-Ouest, Ouest et Sud-Ouest), *Dabœcia polifolia* (Sud-Ouest), *Linaria supina* (Ouest et Sud-Ouest), *Euphorbia pilosa* (Ouest et Midi), *Quercus Tozza* (Ouest et Sud-Ouest), *Cyperus longus* (Ouest et Midi), *Echinaria capitata* (Ouest et Midi), *Arundo Donax* (Midi), *Osmunda regalis* (Ouest), *Adianthum Capillus-Veneris* (Midi), *Equisetum ramosum* (Ouest et Midi).

Mais si bon nombre d'espèces du Midi se retrouvent sur le littoral du Golfe de Gascogne, il en est au contraire très peu appartenant à la région méditerranéenne qui passent sur le rivage de l'Océan ; les *Bonjeanea recta*, *Euphorbia pubescens*, *Smilax aspera* et *Briza maxima* sont les seules espèces vraiment méditerranéennes que j'ai pu rencontrer. Le *Smilax* et l'*Euphorbia* sont assez communs, les deux autres sont rares.

Il est aussi intéressant de remarquer que certaines espèces plus ou moins répandues dans les montagnes à des altitudes souvent élevées descendent jusque dans le bas des falaises, presque au niveau de la mer, telles sont : les *Linum alpinum*, *Sedum hirsutum*, *Sanguisorba officinalis, Heracleum pyrenæum*, *Laserpitium latifolium*, *Inula montana*, *Senecio adonidifolius*, *Teucrium pyrenaicum*, *Pinguicula vulgaris*.

Plusieurs plantes cultivées se trouvent aussi dans les falaises du Golfe de Gascogne : tels le *Ficus Carica*, le *Vitis vinifera*, ainsi que quelques espèces qui recherchent le voisinage des habitations : *Rapistrum rugosum*, *Senebiera pinnatifida*, *Melilotus alba*, *Portulaca oleracea*, *Carthamus tinctorius*, *Xanthium strumarium*, *Stenotaphrum americanum*. Plusieurs de ces dernières sont introduites de l'étranger.

Il ne faudrait pas passer sous silence, sous peine d'être incomplet, les parasites, tels que *Cuscuta epithymum*, *C. major*, *Orobanche Crithmi*, *O. amethystea*, *O. Hederæ*, dont la présence n'a d'autre raison d'être que l'existence des hôtes habituels de ces espèces.

Enfin, la majeure partie des plantes des falaises appartiennent à la flore vulgaire des pays tempérés, composée de plantes généralement indifférentes à la station ou croissant dans les coteaux, les pelouses, etc., et que le sel marin n'attire ni ne repousse.

Si on ne considérait que cet ensemble de plantes formant le fond du tapis végétal, les falaises du Golfe de Gascogne ne différeraient en rien de celles de la Normandie et du Nord de la France ; bien plus, elles ne différeraient pas d'un coteau quelconque de l'intérieur du Centre ou du Nord.

Aux caractères précédents qui sont des caractères positifs pour les falaises du Golfe de Gascogne, s'en joignent d'autres qui sont négatifs. En effet, si l'on compare la végétation de cette partie de la côte à celle des régions voisines, on voit quelques différences. Ainsi la côte de l'Océan au nord de la Gironde possède en plus *Erodium maritimum*, *Sedum littoreum*, *Lithospermum apulum*, *Statice ovalifolia*, *Romulea Columnæ*. D'autre part, les *Spergularia Azorica*, *Armeria pubigera*, *Kœleria maritima*, *Chæturus prostratus*, *C. fasciculatus*, etc., qui se trouvent sur les côtes de la Galice, n'ont pas encore été constatées sur le littoral du Golfe de Gascogne.

Reste à examiner la question de l'influence chimique du sol sur la végétation des falaises. Y a-t-il là des plantes calcicoles et des plantes silicicoles, comme dans l'intérieur du continent. J'ai constaté partout que l'influence chimique du sel marin prime tout. En présence de cette action le calcaire semble perdre beaucoup de son influence. On voit en maints endroits se développer côte à côte et dans le même terrain les plantes calcicoles et les silicicoles les plus avérées. En voici quelques exemples :

A Biarritz, l'*Erica vagans*, le *Plantago Coronopus*, le *Pteris aquilina* (celui-ci, il est vrai, est rabongri) croissent à côté du *Vincetoxicum officinale* et du *Brachypodium pinnatum*.

A Saint-Jean-de-Luz, on voit se développer à côté les unes des autres des espèces calcicoles comme *Clematis Vitalba*, *Chlora perfoliata*, *Brachypodium pinnatum*, et des silicicoles comme *Ulex europæus*, *Plantago Coronopus*, *Erica vagans*, *Pteris aquilina*.

Au Monte-Urgullo, à Saint-Sébastien, on voit croître ensemble : *Brassica silvestris*, *Spartium junceum*, *Vincetoxicum officinale*, *Stachys annua*, *Brachypodium pinnatum*, *Asplenium Ruta-muraria*, *Ceterach officinarum*, qui sont calcicoles, et *Ulex europæus*, *Erica vagans*, *Pteris aquilina*, qui sont silicicoles. Et partout les mêmes faits se répètent.

En résumé, la zone des falaises du Golfe de Gascogne montre une flore composée surtout et avant tout de nombreuses plantes à dispersion vague, et plus ou moins ubiquistes, auxquelles s'entremêlent un certain nombre d'espèces propres aux falaises ou au moins aux lieux salés. On y retrouve également des espèces descendues des montagnes voisines, d'autres qui font partie de la flore de l'Ouest et du Midi de la France, et enfin plus rarement des plantes de la région méditerranéenne.

Conclusions générales

Le littoral du Golfe de Gascogne, ainsi qu'on peut le voir d'après ce qui précède, se laisse assez facilement diviser en cinq grandes zones principales qui sont la zone maritime proprement dite, la zone des eaux saumâtres, la zone des vases marines, la zone des dunes et la zone des falaises. Sous ce rapport ce littoral diffère peu de celui de la Normandie et de celui du Nord de la France. Toutefois, si plusieurs de ces zones ont paru absolument tranchées et n'avoir aucun rapport entre elles dans ces dernières contrées, il est certain qu'il n'en est pas de même sur le littoral du Golfe de Gascogne. La station habituelle des *Spartina*, et la zone des eaux saumâtres établissent des transitions insensibles entre la zone marine proprement dite et la zone des vases salées. D'autre part, un bon nombre de plantes sont communes aux falaises et aux dunes, aux vases salées et aux falaises, etc. Cependant on peut encore trouver une ou plusieurs plantes caractéristiques dans chaque zone, qui sont incompatibles avec plusieurs des autres zones, de sorte qu'il reste un ensemble de plantes qui, prises en bloc, caractérisent chacune des grandes divisions de la flore maritime.

Mais s'il est possible d'établir de grandes coupes primordiales à peu près satisfaisantes et présentant une assez facile application sur le terrain, il serait tout à fait téméraire de constituer des zones secondaires à l'intérieur des principales. Il est seulement permis d'établir des catégories de plantes qui ont des exigences à peu près semblables et qui paraissent croître dans les mêmes conditions, tout en se mélangeant à d'autres espèces des catégories voisines. Ce fait, déjà assez nettement établi pour la zone des dunes, est beaucoup plus évident, ainsi que je l'ai fait ressortir, pour la zone des falaises.

Il était nécessaire d'établir ces faits pour pouvoir comparer la flore du Golfe de Gascogne avec celle des pays voisins constituant avec lui la Région océanique, opposée à la Région méditerranéenne. Considéré de cette manière, ce littoral présente, dans son allure générale, de grands rapports avec celui de la Vendée et de la Bretagne, beaucoup moins avec celui de la Galice et de l'Ouest espagnol, et ceci s'explique par la position même du littoral. J'ai montré, en effet, que le climat, le régime des pluies et des vents, étaient tout autres dans le Golfe de Gascogne, situé au nord des Pyrénées, que dans les contrées situées au Sud de ces mêmes montagnes. Et s'il se produit un changement dans le facies de la flore océanique, c'est vers la côte de la Galice que ce changement s'accentue le plus nettement, au moment où celle-ci contourne l'extrémité occidentale des Monts Cantabriques.

Quant aux influences diverses qui président à la distribution des espèces dans leurs diverses localités, l'influence prépondérante est celle du sel marin (espèces halophiles), puis celle du climat (espèces littorales) et enfin celle de la distribution géographique sur le continent (espèces occidentales ou méridionales). L'influence du calcaire paraît diminuer beaucoup et même devenir nulle sur le bord immédiat de la mer; on y voit en effet des plantes calcicoles et silicicoles croissant dans bien des cas côte à côte (1).

---

(1) Ce travail a été rédigé au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

Une erreur typographique m'a fait citer à la page 445 l'*Obione pedunculata* dans les vases marines du Golfe de Gascogne. C'est *O. portulacoides* qu'il faut lire, l'*O. pedunculata* n'ayant jamais été constaté en France au sud du Tréport (Seine-Inférieure).

REVUE DES TRAVAUX
DE TÉRATOLOGIE ET DE PATHOLOGIE VÉGÉTALES
PARUS DANS LES ANNÉES 1892, 1893 ET 1894 (*fin*)

Travaux se rapportant à la tératologie de plusieurs organes. — Signalons tout d'abord l'ouvrage de M. Penzig (1), dont le second volume vient de paraître, contenant toute la bibliographie tératologique concernant les Gamopétales, les Monocotylédones et les Cryptogames ; toutes les anomalies signalées jusqu'ici pour chaque plante sont ainsi classées d'après leur nature et on en trouve, après le nom de la plante correspondante, l'indication bibliographique. On doit être reconnaissant à l'auteur de ce travail considérable et ingrat.

M. Gillot (2) a observé chez la Clématite une prolification médiane des fleurs avec disjonction des verticilles floraux et une pétalodie de plus en plus accentuée des pièces de ces verticilles ; chez le *Mespilus germanicus* l'érythrisme des pétales, un avortement des carpelles et une pétalodie partielle des sépales ; chez le *Valeriana officinalis* une tige à fasciation spiroïde, chez la Pomme de terre la présence de tubercules caulinaires.

Le *Lunaria biennis* a présenté à M. Arcangeli (3) diverses transformations florales telles que le gonflement des siliques, à la manière du genre *Thlaspi*, et la virescence des autres organes ; les pétales avaient tout à fait la structure de la feuille et étaient poilus à la face inférieure ; les étamines étaient de forme normale, mais sans pollen ; j'ai tout lieu de croire que l'auteur s'est trouvé en présence d'un échantillon attaqué par des parasites, probablement des Pucerons ; ce sont là, en effet, les transformations que ces animaux font subir aux fleurs des Crucifères qui les hébergent. L'auteur a aussi observé chez le *Cucurbita moschata* une chlorose de feuilles, chez le *Cichorium Intybus* une phyllomanie accompagnée de frondescence et de prolifications des capitules.

M. Massalongo (4) rapporte cinquante cas tératologiques rangés

(1) O. Penzig : *Pflanzenteratologie* II. (Genua, 1894).

(2) X. Gillot : *Notes tératologiques* (Bull. de la Soc. Bot. de Fr. XLI. 1894).

(3) H. Arcangeli : *Sopra alcuni casi teratologici osservati di recente* (Bull. d. Soc. bot. ital. 1893).

(4) C. Massalongo : *Miscellanea teratologica* (Nuovo Giorn. bot. ital. Nov. Ser. I).

suivant l'ordre alphabétique des plantes. Tels sont la présence d'une ascidie monophylle chez l'*Anthurium crystallinum*, une phyllodie du capitule chez le *Centaurea maculosa*, la transformation du capitule en une ombelle chez le *Crepis setosa* et l'*Erigeron annuus* par suite du développement de fleurs pédonculées, la formation d'un éperon chez les deux pétales inférieurs du *Viola cucullata*.

Dans un autre mémoire (1), le même auteur cite chez le *Cyclamen europœum* la présence de feuilles bifides et d'ascidie monophylle, chez le *Linaria italica* la transformation des étamines en appendices tubuleux colorés, la prolification des fleurs et la pélorie avec formation d'éperon.

Tératologie des Mousses. — La tératologie des Cryptogames est relativement peu cultivée.

M. Brizi (2) a écrit une importante contribution à celle des Mousses, où il signale, en les classant systématiquement, les nombreuses anomalies qu'il a observées dans la Campagne Romaine ; telle est l'atrophie plus ou moins considérable du sporogone présentée par le *Tortula muralis* et le *Bryum argenteum*. Une capsule atrophiée de *Funaria hygrometrica*, se trouvant en contact avec le sol et en rapport vital avec la plante mère, a développé des filaments protonémiques sur lesquels ont apparu des bourgeons, qui ont donné naissance à de nouveaux individus. Les fleurs peuvent présenter une atrophie partielle, le sporogone une hypertrophie (*Funaria hygrometrica*), ou une soudure partielle (*Tortula subulata*) ou complète (*Neckera crispa*) ; les feuilles subissent de nombreuses modifications.

II. — Pathologie.

Maladies produites par des Bacteries.— M. Noack (3) a étudié une maladie, assez rare, du Frêne, dont il a observé une épidémie et dont il a décrit les différentes phases. Elle apparaît d'abord sur les rameaux et dans l'écorce du tronc ; elle produit des tumeurs qui grossissent rapidement ; dans les régions attaquées on observe la gélification des cellules ; le bois peut être à son tour envahi ; les feuilles présentent des taches étoilées qui sont dues à la même bactérie. Des bourgeons floraux déformés au préalable par le *Phytoptus Fraxini* peuvent aussi être envahis par elle. L'auteur a réussi à reproduire la maladie par des inoculations artificielles.

---

(1) C. Massalongo : *Spigolature teratologiche* (Bull. d. Soc. bot. ital., 1894).

(2) V. Brizi : *Appunti di teratologia briologica* (Annuario del Istituto bot. di Roma, 1892).

(3) F. Noack : *Der Eschenkrebs, eine Bacterienkrankheit* (Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten III, 1893).

MM. Prillieux et Delacroix (1) ont publié plusieurs notes relatives à une maladie de la vigne, connue depuis longtemps en France sous le nom d'*Aubernage*, et en Italie sous celui de *mal nero* ; le cep devient rabougri, les feuilles sont déformées et surtout on observe une dégénérescence gommeuse du bois, qui prend une coloration jaune en même temps que l'amidon des rayons médullaires brunit et cesse d'être colorable par l'iode. Les organes attaqués présentent des bactéries à forme de *Streptococcus* ou de *Leptothrix*, à la présence desquelles les auteurs attribuent la maladie ; l'inoculation de cultures pures a produit des lésions comparables ; la taille, la greffe peuvent propager ce mal pour lequel on ne connaît d'autre remède que la suppression des organes attaqués.

Les mêmes savants (2) ont décrit diverses maladies bacillaires observées chez plusieurs végétaux ; ils ont montré que le *Bacillus caulivorus* qui produit la « *gangrène de la tige* » chez la Pomme de terre et les Pelargonium, peut attaquer aussi le collet de Clématites et déterminer la mort de ces plantes, le pétiole de divers *Begonia*, des *Cloxinia* ; puis ils ont décrit d'autres maladies bactériennes chez le *Cyclanen persicum*, le Tabac, la Tomate, les tubercules de Glaïeuls, les Pommes.

On sait que les inoculations de bactéries dans les organismes des végétaux supérieurs échouent ordinairement parce que les éléments nutritifs font défaut ou parce que le mode de défense est trop puissant. M. Charrin (3) a réussi à inoculer le bacille pyocyanique dans les tissus d'une Crassulacée, le *Pachyphyton bracteosum* ; il a montré que la quantité et la qualité des virus importent comme pour les animaux ; les parasites se trouvent presque exclusivement dans les espaces intercellulaires, on n'en rencontre que fort peu dans les cellules, et l'auteur se demande même si leur pénétration dans ces cellules n'est pas due à un vice de technique ; les liquides de la plante deviennent moins acides ; on ne trouve, enfin, aucun élément libre venu au voisinage du point d'infection, ce qui établit entre les deux règnes une distinction importante ; les feuilles ne réagissent pas sur l'influence des toxines pour produire un état réfractaire.

Après avoir montré qu'un certain nombre de maladies des végétaux ont une origine bactérienne aussi bien démontrée que chez les animaux, M. Migula (4) passe en revue les principales de ces maladies, la brunissure de la poire et de la pomme produite par le *Micrococcus amylovorus Burr.*, celle du Sorgho due au *Bacillus Sorghi K. et Sw.*, la morve de la Jacinthe due à un *Bacterium*, une maladie du Maïs causée par le *Bacillus Secales*, la pourriture de la Pomme de terre produite par le *Bacillus amylobacter*.

---

(1) E. Prillieux et Delacroix : *La gommose bacillaire des Vignes* (Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences, CXVIII). — *La gommose bacillaire* (Ann. de l'Inst. Agron., XIV).

(2) MM Prillieux et Delacroix : *Maladies bacillaires de divers végétaux* (Comptes-Rendus de l'Acad. des Sc., CXVIII).

(3) A. Charrin : *Le bacille pyocyanique chez les végétaux* (Comptes-Rendus de l'Acad. des Sc., CXVI).

(4) W. Migula : *Kritische Uebersicht derjenigen Pflanzenkrankheiten, welche angeblich durch Bakterien verursacht werden* (Mededeelingen van het Proefstation « Midden Java » te Klaten., 1892).

M. Russell (1) a publié une étude détaillée sur la façon dont les bactéries peuvent attaquer les plantes ; il a procédé à de nombreuses inoculations de cultures fraîches dans des organes jeunes des plantes ; la région en expérience était lavée à l'eau stérilisée, une ouverture était pratiquée avec toutes les précautions d'asepsie possibles, et il y était introduit à l'aide d'un tube capillaire une certaine quantité de culture pure ; l'ouverture était rebouchée avec de la vaseline stérilisée et après un certain temps d'inoculation, on jugeait de l'extension des bactéries par des reports sur gélatine.

Les expériences ont montré que les bactéries ne se rencontrent jamais dans les tissus sains, non blessés. Mais aussitôt que des lésions sont produites, les bactéries peuvent se développer abondamment. Les bactéries qui sont ordinairement saprophytes, peuvent vivre longtemps dans les tissus végétaux, mais leur multiplication n'est jamais assez considérable pour que leur existence se révèle à l'œil nu. Les bactéries pathogènes ne peuvent pas y vivre longtemps, au contraire, le *Typhus Bacillus* ne vit que quelques jours dans les organes végétaux.

L'auteur étudie, enfin, les conditions du développement des bactéries qui vivent naturellement en parasites sur les plantes C'est ainsi que le *Microccus amylovorus* se développe en trois jours sur des *Begonia* et sur le *Phaseolus vulgaris*, en seize jours sur le *Phaseolus lunatus*; il forme de nombreuses colonies, mais ne présente pas une extension générale dans le corps de la plante. Le *Bacillus Avenæ* se développe sur différentes plantes, sur une longueur de 3 à 5 cm. au-dessus du point d'inoculation, et de 2 à 3 cm. au dessous.

L'auteur pense que ces organismes se propagent à l'intérieur de la plante par la formation d'un ferment cytohydrolytique qui permet leur passage à travers les membranes cellulaires.

Dans un appendice de ce mémoire, on trouvera une revue complète des maladies bactériennes des plantes, et la bibliographie qui se rapporte à cette question.

Maladies produites par des Champignons. — Nous passerons successivement en revue les travaux qui se rapportent à des Champignons appartenant à différentes classes, puis ceux qui concernent des Champignons appartenant à l'une des classes : Péronosporées, Urédinées, Ustilaginées, ou diverses autres. Nous ne parlerons, d'ailleurs, dans cette partie de la revue que des travaux qui ont trait surtout aux modifications produites par les parasites, évitant de faire double emploi avec la Revue des travaux paraissant sur les Champignons.

---

(1) H. Russell : *Bacteria in their relation to vegetable tissue* (John's Hopkin's Hospital Reports. IV., 1893).

Travaux généraux. — On a jusqu'ici négligé l'étude des modifications anatomiques produites par les Champignons ; la plupart des auteurs qui se sont occupés des maladies dues à ces Cryptogames, ont minutieusement décrit les parasites, mais l'action qu'ils exercent sur les tissus envahis a été peu considérée.

M. Wakker (1) s'est proposé d'étudier les transformations anatomiques dues à plusieurs Champignons ; il considère, par exemple, l'action de l'*Exobasidium Vaccinii* sur le *Vaccinium Vitis Idæa*, du *Cystopus candidus* sur diverses Crucifères, des Urédinées sur leurs hôtes, etc... ; chaque cas est étudié en détail et les conclusions générales sont les suivantes : les parties attaquées se rapprochent plus en général de l'état jeune que les parties saines ; plusieurs changements de structure produits par les Champignons sont assimilables à ceux qui sont causés par l'étiolement ; c'est ainsi qu'il y a moins de tissus mécaniques, moins de cristaux dans les cellules, moins de chlorophylle ; comme de Vries, à propos des zoocécidies, l'auteur remarque que les mycocécidies ne contiennent que des éléments qu'on rencontre d'ordinaire dans les plantes considérées. Il distingue quatre groupes de Champignons parasites, d'après leur action sur la plante attaquée : 1° les *kneitophytes*, qui amènent la mort pure et simple des cellules ; 2° les *hypertrophytes* qui déterminent une hypertrophie des parties envahies ; 3° les *isotrophytes*, qui amènent seulement de légères modifications dans la nutrition ; 4° les *atrophytes*, qui entraînent l'avortement d'organes importants, tels que les fleurs.

M. Magnus (2) résume ce qu'on sait à propos de l'action des Champignons sur les organes floraux ; il insiste surtout sur celle du *Cystopus candidus*, de l'*Ustilago Antherarum* et de l'*Æcidium leucospermum*; il admet que le *Peronospora violacea* ne produit aucune modification dans les fleurs du *Knautia arvensis*.

Péronospérées. — M. Molliard (3) a montré qu'au contraire les fleurs de cette dernière plante subissent des changements morphologiques assez remarquables, sous l'action de ce parasite ; les capitules qui, à l'état sain, présentent des fleurs périphériques zygomorphes et des fleurs centrales tubuleuses peuvent ne renfermer, lorsqu'ils sont envahis, que des fleurs toutes semblables, régulières, à corolle en forme d'entonnoir ; les étamines sont toujours stériles, contiennent dans leurs sacs polliniques, des cellules mères, des grains de pollen arrêtés dans leur développement, ou peuvent même se transformer en lames pétaloïdes.

---

(1) Wakker : *Untersuchungen über den Einfluss parasitische Pilze auf ihre Nährpflanzen* (Pringsheim's Botanik, XXIV, 1892).

(2) Magnus : *Einfluss den die Vegetation einiger parasitischer Pilze in der Blüte der Wirtpflanze auf die Ausbildung der Blütentheile ausübt* (Verhandl. der Pr. Brdbg. XXXIII, 1892).

(3) Molliard : *Note sur deux cas de castration parasitaire chez le Knautia arvensis* (Comptes-Rendus de l'Acad. des Sc. CXVI, 1893).

L'action du *Cystopus candidus* sur le *Raphanus Raphanistrum* a été l'objet d'une étude de M. Peglion (1), qui compare la structure des organes sains et attaqués, surtout de la tige et de la silique, après avoir donné les caractères morphologiques de la maladie ; il montre, en particulier, comment la silique cesse d'être déhiscente et que des organes normalement caducs, tels que les sépales, pétales et étamines, cessent de l'être lorsqu'ils sont envahis.

Urédinées. — M. Wörnle (2) a signalé les modifications anatomiques produites chez les Genévriers par le développement de différentes espèces de *Gymnosporangium* ; elles sont analysées minutieusement pour l'écorce et le bois attaqués, et il nous est impossible d'entrer dans le détail de ces transformations.

La thèse de M. Fentzling (3) a pour objet l'étude des transformations produites chez plusieurs plantes par les Urédinées ; au point de vue morphologique il montre que les plantes peuvent changer complètement de port, que dans ce cas la pousse offre une croissance longitudinale plus rapide, une ramification moins abondante, moins de feuilles, moins de bois, une plus faible durée, que les feuilles sont plus courtes, plus épaisses et plus pâles, ou bien que les plantes gardent leur port habituel, et qu'alors les organes attaqués offrent une hypertrophie locale.

Les modifications anatomiques principales sont pour la tige : des cellules épidermiques plus grandes, des cellules corticales plus nombreuses, du bois restant à un stade jeune ; pour la feuille : les cellules palissadiques offrent des méats et sont plus grandes, le parenchyme lacuneux est plus épais, à cause de l'agrandissement des cellules, de leur multiplication, de la formation de grands méats, de la présence des coupes æcidiales.

M. Peglion (4) a rendu compte des modifications anatomiques qu'introduit le *Rœstelia cancellata* sur les Poiriers qu'il attaque ; ses spermogonies se développent entre l'épiderme et les cellules en palissade, et n'amènent qu'un agrandissement des cellules épidermiques ; lorsque les æcidies apparaissent à la face inférieure, il se produit un allongement radial des cellules de la zone lacuneuse et une division répétée des cellules sous-épidermiques qui amènent un boursoufflement visible à l'extérieur ; les cellules bordant les æcidiums se gorgent de grains d'amidon relativement gros, qui ne proviennent pas de la chlorophylle des cellules qui les contiennent, car celle-ci fait défaut ; ces grains sont dissous pendant la formation des æcidies, sans présenter d'apparence de corrosion. Il est rare de rencontrer de pareils renflements dans la tige ; les tissus hypertrophiés sont dans ce cas recouverts de deux ou trois assises de liège.

---

(1) Peglion : *Studio anatomico di alcune ipertrophie indotte dal Cystopus candidus in alcuni organi del Raphanus Raphanistrum* (Riv. di patol. veget. I, 1893).

(2) P. Wörnle : *Anatomische Untersuchung der durch Gymnosporangien-Arten hervorgerufenen Missbildung* (Inaug. Dissert. Münich, 1894).

(3) K. Fentzling : *Untersuchungen der Veränderungen welche durch Rostpilze hervorgerufen werden* (Inaug. Dissert. Freiburg. i. B., 1892).

(4) V. Peglion : *Ricerche anatomiche sopra i tumori delle foglie e rami di Pero causati dal parassitismo della Rœstelia cancellata* (Riv. d. patol. veget. II, 1893).

Les formations connues sous les noms de *Chaudrons*, *Balais de Sorcière* ont été l'objet de plusieurs travaux.

M. Hartmann (1) a comparé la structure des aiguilles malades du Balai du Sapin avec celle des aiguilles saines ; il a montré que le nombre des rangées de stomates diminue, que la cuticule s'épaissit ; les cellules épidermiques s'épaississent par région et d'une façon très variable ; les canaux résinifères sont plus petits, irréguliers, possèdent des cellules sécrétrices moins nombreuses et des cellules de soutien modifiées ; il n'y a plus de distinctien entre la zone palissadique et la zone lacuneuse ; la chlorophylle devient moins abondante.

De Bary considérait le Chaudron et le Balai de Sorcière du Sapin, comme produits par le même parasite, l'*Æcidium Elatinum* ; cette opinion est confirmée par M. Mer (2), qui s'appuye sur des considérations tirées des caractères anatomiques de ces deux formations. Le même auteur revient ailleurs (3) sur cette étude, et il montre que certains Chaudrons sont des tumeurs qui ont porté des Balais (ceux-ci se sont ensuite desséchés et sont tombés), et que d'autres n'en ont jamais porté ; il étudie le développement, la structure et le dépérissement du Chaudron. Ce dernier doit être considéré tantôt comme la tumeur basilaire d'un Balai, tantôt comme le résultat de l'infection directe d'une branche.

Ustilaginées. — M. Vuillemin (4) a signalé sur des échantillons d'*Eucalyptus* provenant des serres du Jardin botanique d'Amsterdam, l'existence de tumeurs produites au collet, aux nœuds inférieurs et sur les branches basses par une nouvelle Ustilaginée, l'*Ustilago Vriesiana;*

---

(1) Fr. Hartmann : ***Anatomische Vergleichung der Hexenbesen der Weisstamme mit den normalen Sprossen derselben*** (Inaug. Diss. Freiburg. (B. 1892).

(2) Em. Mer : ***Le Balai de Sorcière du Sapin*** (Bull. de la Soc. Bot. de Fr.).

(3) Em. Mer : ***Le Chaudron du Sapin*** (Revue Générale de Botanique, 1894).

(4) Vuillemin : ***Sur des tumeurs ligneuses produites par une Ustilaginée chez les Eucalyptus*** (Comptes-Rendus de l'Acad. des Sc. de Paris, CXVIII).

l'auteur décrit ces nodosités ligneuses qui peuvent dans quelques cas porter un grand nombre de petites branches et prendre l'apparence des Balais de Sorcière ; c'est le premier parasite de cette famille pour lequel on constate une semblable action.

Divers. — Il a été signalé par M. Giesenhagen (1) l'existence de formations analogues à des Balais de Sorcière chez des Fougères exotiques, par exemple chez l'*Aspidium aristatum*, du fait du *Taphrina Cornu-Cervi* et de l'*Urobasidium rostratum*, chez le *Pteris quadriaurita* attaqué par le *Taphrina Laurentia* ; ces champignons produisent une transformation des bourgeons sans provoquer le développement de nouveaux bourgeons.

C'est encore à des formations semblables que s'applique le mémoire de M. Smith (2), relatif aux modifications anatomiques produites par des Exoascées sur différents arbres. Les bourgeons attaqués ne donnent presque exclusivement que des pousses feuillées ; leur développement s'accélère et on observe une hypertrophie longitudinale et transversale ; il se produit également un renflement à la base du rameau ; les bourgeons hypertrophiés peuvent rapidement mourir. Les éléments anatomiques sont plus nombreux, plus grands et incomplètement différenciés ; l'écorce augmente plus d'épaisseur que le bois ; ce sont surtout les cellules parenchymateuses auxquelles revient l'épaississement et l'allongement des organes ; les modifications sont les mêmes, que le myméliun pénètre dans les tissus internes (Cerisier, Prunier), ou qu'il reste subcuticulaire (Aulne, Bouleau). Ces formations résistent mal à l'hiver, lorsque la différenciation incomplète des tissus leur a permis d'atteindre cette saison. L'auteur termine son mémoire en s'occupant des effets produits sur les feuilles du Bouleau, par des *Exoascus* ou des *Taphrina*.

M. Brizi (3) signale une épidémie très grave qui sévit en Italie sur les Oliviers et qui est due au développement du *Cycloconium oleagineum*, sur les feuilles, les fruits et les pédoncules des fruits ; on trouve en même temps sur l'Olivier un Champignon qui est nouveau pour l'Italie, l'*Helminthosporium Olivæ Thüm.* ; mais il n'existe aucun rapport génétique entre les deux parasites.

Maladies produites par des Insectes. — Nous passerons successivement en revue les travaux qui se rapportent, à la fois, à des Insectes de différents ordres ou isolément à des Coléoptères, Diptères, Hyménoptères et Lépidoptères.

---

(1) K. Giesenhagen : *Ueber Hexenbesen an tropischen Farnen* (Flora, LXXVI).

(2) W. G. Smith : *Untersuchung der Morphologie und Anatomie der durch Exoasceen verursachten Spross- und Blattdeformation* (Forstl. naturwiss. Zeitschr. III, 1894).

(3) V. Brizi : *Sul Cycloconium oleagineum Cast.* (Bull. d. Soc. bot. ital. 1894).

Insectes de différents ordres. — Signalons tout d'abord le catalogue qu'a dressé M. Schlechtendal (1) de toutes les zoocécidies rencontrées en Allemagne et dont il donne pour chaque plante une clef basée sur les caractères extérieurs de la galle ; ce travail rendra les plus grands services aux botanistes qui, sans être versés particulièrement dans la Systématique des animaux gallicoles, désireront étudier les effets que ceux-ci produisent sur leurs hôtes.

M. Massalongo (2) décrit toutes les entomocécidies d'Italie qui sont connues de lui, dans un ouvrage très important au point de vue de la Systématique ; les quarante planches qui l'accompagnent le rendent particulièrement intéressant, et représentent plusieurs galles nouvelles ou qui n'ont jamais été figurées.

Le même auteur (3) a publié une sorte de complément à cet ouvrage, en décrivant dix-sept cas de nouvelles entomocécidies, rangées d'après les hôtes.

C'est à la même catégorie de travaux que se rapporte la série d'articles publiés par M. Kieffer (4), qui a dressé le catalogue de toutes les cécidies qu'on a observées en Lorraine ; les plantes sont rangées par ordre alphabétique, et pour chacune on trouve une courte description des galles qu'elle peut présenter, et surtout les caractères morphologiques et les particularités biologiques de l'animal correspondant.

M. Solla (5) signale deux nouvelles galles sur le Chêne, consistant l'une en une déformation des fleurs femelles,l'autre de tout le méristème des bourgeons terminaux ; la cause est inconnue dans les deux cas.

Les Pins de la Champagne crayeuse ont, pendant ces dernières années, particulièrement souffert de plusieurs Insectes. MM. Dufour et Hickel (6) ont publié une étude qui les concerne, et que nous ne ferons que signaler, puisqu'elle a paru ici même.

M. Costantin (7) signale les dégâts que plusieurs Insectes ou Acariens font subir aux meules où pousse le Champignon de couche ; tels sont différents *Aphodius* et *Pristonychus* parmi les Coléoptères, les larves d'un Diptère, le *Sciara ingenua,* et un Acarien, le *Gamasus fungorum.*

---

(1) D. H. R. von Schlechtendal: *Die Gallbildungen (Zoocecidien) der deutschen Gefässpflanzen* (*Jahresber. des Ver. für Naturk. zu Zwickau*, 1891.)

(2) Massalongo : *Le Galle nella Flora Italica (Entomocecidii)*. (Acad. di Agricolt., Arti e Comm. di. Verona. Ser. III. Vol. LXIX, 1893).

(3) Massalongo : *Nuovo contributo alla conoscenza dell' entomocecidiologia italica* (Bull. della Soc. Bot. Ital., 1894).

(4) J. J. Kieffer : *Les Cécidies de Lorraine* (Feuille des Jeunes Naturalistes, 1891-93).

(5) R. Solla : *Zwei neue Eichengallen* (Zeitschr. für Pflanzenkrankh. II, 1892).

(6) L. Dufour et R. Hickel : *Les ennemis du Pin dans la Champagne crayeuse* (Revue Générale de Botanique, 1894).

(7) J. Costantin : *Le Suisse et quelques autres insectes et acariens nuisibles au Champignon de couche* (Bull. d. l. Soc. Mycol. de Fr. IX, 1893).

M. Hess (1) a fait paraître un ouvrage concernant les animaux qui sont nuisibles aux vergers, ainsi qu'aux jardins et aux champs ; dans une première partie, l'auteur passe en revue les différentes plantes de culture, signale leurs ennemis, la nature des dégâts qu'ils causent, en les classant d'après les organes qu'ils attaquent ; la seconde partie comprend la description détaillée de ces parasites, de leur genre de vie, de leurs métamorphoses, et donne les moyens de destruction dont on peut faire usage contre eux ; de nombreuses planches accompagnent cet ouvrage et le rendent très pratique.

Les nombreux insectes qui attaquent les plants de Tabac dans certaines contrées de l'Italie, sont décrits par M. Coppola (2) ; M. Classen (3) s'occupe de ceux qui causent des dégâts aux Pins, aux Frênes, aux Chênes des environs de Pise ; l'*Hylesinus piniperda* qui vit sur les Pins, est en particulier l'objet de remarques intéressantes concernant sa biologie.

Les galles produites par des Insectes ont été l'objet d'études physiologiques de la part de M. Kustenmacher (4). L'auteur distingue, par exemple, dans une galle de Cynipide, les trois zones suivantes : 1° une zone externe parenchymateuse à tannin ; 2° une zone moyenne protectrice, dure, formée de parenchyme ponctué ou de sclérenchyme ; 3° une zone intense nourricière, formée de cellules parenchymateuses gorgées d'émulsion d'huile, de sucre ou d'albuminoïde; entre les 2e et 3e zones on reconnaît, du côté de l'organe qui a donné naissance à la galle, une assise de parenchyme, par la dessiccation de laquelle cette galle effectue sa déhiscence.

L'auteur a essayé de produire artificiellement des galles, en piquant des feuilles ou des bourgeons de Chêne, et en introduisant dans la piqûre une série de liquides, au moyen d'un fil de verre capillaire et bouchant ensuite la blessure ; les différents liquides employés, l'acide formique, l'acide acétique, la teinture de cantharide, l'essence de croton, l'essence de moutarde, l'acide lactique, l'iode, l'acétate de plomb, n'ont déterminé aucune formation comparable à une galle ; l'irritation produite par des mouches ou acariens fixés sur la feuille, ne déterminèrent qu'une torsion du pétiole ; des bactéries n'ont produit que des formations de cal. Pour l'auteur, la cause des hypertrophies produites réside dans l'œuf ou la larve du parasite qui produit dans les tissus de l'hôte une modification tout à fait analogue à celle qui est produite par l'embryon d'une plante sur les tissus qui doivent former le fruit.

---

(1) W. Hess : *Die Feinde des Obstbaues aus dem Thierreiche* (Hanover, 1892).

(2) G. Coppola : *Relazione sugli insetti e sulle malattie che attaccano il tabacco in Cava dei Tirreni* (L'Agricolt. meridion. XIV).

(3) Classen : *Insetti che danneggiano i boschi di Migliarino presso Pisa* (Nuovo Riv. forestale. XII).

(4) Kustenmacher : *Beiträge zur Kentniss der Gallenbildungen mit Berücksichtigung des Gerbstoffes* (Jahrb. f. wiss. Bot. XXVI).

M. Kustenmacher s'occupe particulièrement de l'étude des tannins que renferment les galles, et comprend sous ce nom tout le groupe des corps qui donnent avec le bichromate de potasse la réaction du tannin ordinaire. Au début, les jeunes galles en contiennent également dans toutes leurs régions ; après la rupture de la galle, la teneur en tannin décroît de l'épiderme aux vaisseaux conducteurs. Il n'existe pas de différence spécifique entre le tannin des galles et celui des autres parties de la même plante.

Les vues de l'auteur sur le rôle du tannin dans les galles, sont en accord avec l'hypothèse de Möller, qui admet que les hydrates de carbone sont transportés dans la plante unis avec le tannin à l'état de glucosides ; ceux-ci en se dissociant de leurs éléments donnent de l'amidon et de la cellulose d'une part, et du tannin d'autre part.

Coléoptères. — M. Rupertsberger (1) a publié le complément de son ouvrage publié en 1880 sur les Coléoptères d'Europe, qui dévorent les plantes ou déterminent la formation des galles.

On connaît tous les efforts qui ont été tentés pour lutter contre les vers blancs, en propageant artificiellement un de leurs parasites, l'*Isaria densa*. M. Giard (2) a résumé dans un important travail tout ce qui est relatif à cette question, caractères et position systématique du parasite, histoire des épidémies naturelles, procédés de culture, mode d'emploi dans la grande culture, discussions des expériences tentées jusqu'à présent.

Lépidoptères. — On sait quels dégâts causent les chenilles d'*Agrotis (A. segetum, A. exclamationis)* aux plants de Betteraves et de plusieurs autres végétaux, potagers ou de grande culture.

M. Laboulbène (3) conseille, pour s'en préserver, d'effectuer les semis de bonne heure, de rouler et de tasser le sol, de récolter les œufs sous les feuilles et d'arroser le sol avec des solutions d'alcaloïdes énergiques ; il propose, en particulier, l'emploi d'une macération des tiges, des feuilles et des graines du *Delphinium grandiflorum*, qui peut également préserver les Saules des larves de *Chrysomela armoraciæ* et les Crucifères des Halticides.

---

(1) Rupertsberger : *Die biologische Litteratur über die Käfer Europas von 1880 an. Mit Nachtragen aus früherer Zeit und einen Larven Catalog.* (Linz.).

(2) A. Giard : *L'Isaria densa* (Bull. Sc. de la Fr. et de la Belg. XXIV, 1893).

(3) A. Laboulbène : *Sur un moyen de préserver les plants de Betteraves contre les attaques des Vers gris* (Comptes-Rendus de l'Acad. des Sc., CXVI, 1893).

Le même auteur (1) signale l'attaque d'épis de Maïs dans le Midi de la France par le *Sitotroga cerealella* ; il donne la description des grains envahis, rend compte des mœurs des parasites, et conseille d'égrener les épis dans l'eau ; les grains sains tombent au fond, les autres surnagent et peuvent servir à la nourriture des volailles.

Les feuilles du Sapin peuvent présenter, selon M. Mer (2), des épaississements de leurs tissus et une turgescence particulière sous l'influence de larves d'une Tinéide non déterminée, qui occupent deux logettes à la face inférieure de ces feuilles ; des cellules hypertrophiées forment les parois de la loge ; les feuilles sont ensuite envahies par un Champignon non déterminé.

M. Dufour (3) signale les dégâts causés aux vignes par la chenille d'une Teigne, le *Cochylis ambiguella* ; elles apparaissent une première fois au moment de la floraison, puis présentent une deuxième génération. On a proposé plusieurs moyens en vue de leur destruction ; l'auteur a proposé et essayé, avec succès, l'emploi de plusieurs insecticides, en particulier, d'une solution à 3 o/o de savon, mélangée de poudre de pyrèthre ; on en asperge la vigne à l'époque où les chenilles sont encore petites.

Les Mélèzes sont attaqués dans l'Allemagne du Sud, surtout dans la Hesse, par plusieurs Microlépidoptères, et en particulier par le *Graptolitha Zebeana ;* M. Borgmann (4) a étudié son extension et la nature de ses dégâts ; cet insecte forme une galle sur les plus petites branches comme sur des rameaux de 40 ans et peut déterminer la mort des arbres attaqués.

M. Berlese (5) signale l'existence, dans de nombreux troncs de Châtaigniers, âgés de 10 à 12 ans, de galeries sous-épidermiques, construites par des insectes ; il s'agit, vraisemblablement, d'un *Tinea* ou d'un *Orchestes* ; ces galeries sont très compliquées, déterminent des lésions importantes et sont entourées d'un liège de cicatrisation.

M. Schmidt (6) propose de combattre le *Liparis Monacha* par la propagation artificielle d'un Bacille, qui produit une *flacherie* de cet insecte ; Hoffmann avait déjà trouvé un Bacille attaquant la Nonne ; celui de Schmidt en diffère en ce qu'il liquéfie rapidement la gélatine, alors que celui d'Hoffmann, d'ailleurs plus petit, ne la liquéfie pas. Schmidt a pu produire artificiellement la flacherie, en répandant des cultures sur pomme de terre, viande où bouillon, ou en inoculant un certain nombre de chenilles saines avec le sang des chenilles infestées. M. Dorrer (1) prétend que si les chenilles ont disparu une année, la cause en est dans le manque de nourriture. MM. Tubeuf (2) et Tangl (3) critiquèrent également les travaux de Schmidt ; ils prétendent que l'extension de la maladie était déjà très considérable lorsque l'infection artificielle a été pratiquée. Il semble qu'on ne connaisse, jusqu'à présent, ni la cause de la maladie naturelle, ni aucune espèce de bactérie avec laquelle on puisse anéantir les chenilles par des cultures artificielles.

---

(1) A. Laboulbène : *Sur des épis de Maïs attaqués par l'Alucite des Céréales dans le Midi de la France* (Comptes-Rendus de l'Acad. des Sc. CXVIII).

(2) Em. Mer : *Le brunissement de la partie terminale des feuilles du Sapin* (Bull. de la Soc. Bot. de Fr., 1893).

(3) J. Dufour : *Ueber die Bekämpfung des Heuwurmes* (*Cochylis ambiguella Hübn.*) (Landw. Jahrb. VII, 1893).

(4) H. Borgmann : *Neue Beobachtungen und Untersuchungen über Lärchenfeinde* (Zeitschr. f. Forst. und Jagdwesen. XXIV, 1892).

(5) A. N. Berlese : *Una alterazione parassitaria della corteccia del Castagno comune* (Riv. di. patol. veget. II, 1893).

(6) A. Schmidt: *Die Bekämpfung der Nonne* (Zeitschr. f. Forst. und Jagdwesen. XXV, 1893).

Hyménoptères. — M. de Dalla Tore (4) a publié les deux premiers volumes d'un catalogue considérable, concernant les Hyménoptères connus à la surface du globe ; ce travail comprendra dix volumes ; le premier contient 18,000 renvois bibliographiques ; il est tenu compte de tous les travaux parus jusqu'en 1890. On trouvera dans le premier la diagnose de toutes les espèces appartenant au groupe des Tenthrédinides ; dans le second, la description des Cynipides.

Deux nouvelles entomocécidies sont signalées par M. Massalongo (5), la première sur le *Diplacne serotina*, l'autre sur le *Cynodon Dactylon*, et produites par des *Isosoma* ; les galles sont semblables à celles de l'*Isosoma* de l'*Ammophila arenaria*.

Les galles du *Cynips calycis* sur le *Quercus pedunculata*, sont visitées par de nombreuses fourmis à cause d'une sécrétion visqueuse qui les recouvre ; M. Rathay (6) en conclut que ces insectes défendent les galles contre leurs ennemis.

L'*Aristida ciliaris* présente vers le milieu des nœuds un anneau de longs poils, qui constitue une protection contre les insectes aptères. M. Trabut (7) a rencontré une autre forme de la même plante qui était dépourvue de cet anneau ; il n'existait aux nœuds que quelques poils mous, mais la partie de l'entrenœud, voisine du nœud, était visqueuse sur une longueur de un centimètre et demi ; la plante présenterait ainsi deux moyens de défense très différents.

---

(1) Dorrer : *Das Ende der Nonnencalamität in Württemberg* (Forstw. Centralbl. XV, 1893).

(2) C. V.Tubeuf : *Ueber die Erfolglosigkeit der Nonnenvernichtigung durch Künstliche Bakterien-Infectionen* (Forstl. naturw. Zeitschr. II, 1893).

(3) E. Tangl : *Bacteriologischer Beitrag zur Nonnenraupenfrage* (Forstw. Centralbl. XV, 1893).

(4) De Dalle Tore : *Catalogus Hymenopterorum hucusque descriptorum systematicus et synonymicus. Vol. I. Tenthredinidæ* (Leipzig, 1896). *Vol. II. Cynipidæ*, 1893.

(5) C. Massalongo : *Due nuovi entomocecidi* (Bull. della Soc. bot. ital. 1893).

(6) Rathay : *Ueber myrmekophile Eichengallen* (Sitzungsber. d. k. k. zool.-bot. Gesellsch. Wien XLI).

(7) L. Trabut : *L'Aristida ciliaris et les Fourmis* (Bull. de la Soc. Bot. de Fr., 1894).

M. Gain (1) décrit une nouvelle galle de la tige du *Chondrilla juncea*, produite par l'*Aulax Chondrillæ n. sp.*, et fait l'anatomie comparée de l'organe sain et attaqué.

Hémiptères. — M. Berlese (2) passe en revue les procédés de destruction employés en ces derniers temps contre les Pucerons ; il insiste, en particulier, sur les différents produits du goudron en solution.

M. del Guercio (3) étudie une Cochenille qui attaque les Mûriers dont il détruit les rameaux et les feuilles ; l'animal suce la sève de l'écorce, sans produire de déformation ; le bouclier de la femelle est circulaire, celui du mâle, linéaire ; le corps de la femelle présente cinq lobes, d'où son nom *Diaspis pentagona* ; dans le Nord de l'Italie, on rencontre les larves au printemps, et on observe trois générations jusqu'à l'automne ; l'auteur propose, pour s'en débarrasser, l'emploi d'un mélange de soude et de pétrole.

La composition chimique de la miellée du Tilleul et de l'Érable a été étudiée par M. Maquenne (4) ; l'alcool faible précipite une substance gommeuse ; l'alcool à 90° détermine la formation de cristaux microscopiques de mélézitose, dont la miellée contient environ 40 o/o.

M. Büsgen (5) a publié un long travail sur l'histoire de la miellée. Dans un premier chapitre il fait l'historique de nos connaissances sur ce point. Il montre qu'il y a deux produits à distinguer dans ce qu'on a appelée miellée, un produit de nature animale, provenant de Pucerons, et un produit de nature végétale, sécrété par la plante même ; c'est le premier qu'on a surtout considéré ; il n'y a presque rien de connu pour le second. Dans le second chapitre, l'auteur étudie en détail la production de la miellée par les Pucerons, il montre l'influence du temps et passe en revue les fausses miellées provenant d'autres animaux, de Champignons ou de nectaires extrafloraux.

Puis M. Büsgen s'occupe des rapports qui existent entre la plante et les Pucerons et montre qu'on peut distinguer trois types d'action pour les parasites, suivant le parcours que leur appareil de succion suit dans les tissus de la plante ; il montre que leurs stylets se revêtent d'une sécrétion qui, d'après lui, provient de l'insecte et non de la plante, et qui serait de nature protéique. La production de miellée serait nuisible à la plante ; elle représente une perte en hydrate de carbone, et des Champignons tels que le *Botrytis cinerea*, peuvent se développer en germant sur ce liquide visqueux et sucré ; elle serait utile aux Pucerons parce qu'elle attire des Fourmis qui peuvent les protéger.

---

(1) E. Gain : *Sur une galle du Chondrilla juncea* (Bull. de la Soc. Bot. de Fr., 1894).

(2) Berlese : *Di alcuni insetticidi recentemente impiegati in Italia ed in Germania* (Riv. di. patol. veget. II, 1893).

(3) G. del Guercio : *La cocciniglia del nelso* (L'Agricolt. merid. XIII).

(4) Maquenne : *Sur la composition de la miellée du Tilleul* (Comptes-Rendus de l'Acad. des Sc., CXVII).

(5) M. Büsgen : *Der Honigthau. Biologische Studien an Pflanzen und Pflanzenläusen* (Jen. Zeitschr. f. Naturw., XXV).

Diptères. — M. Massalongo (1) signale sur l'*Euphorbia Esula* une galle du bourgeon terminal, produite par une Cécidomyie voisine de celle de l'*Euphorbia Cyparissias* ; la même plante offre une autre galle formée aux dépens du périanthe, sous l'action d'une autre Cécidomyie.

Le même auteur a rencontré (2) sur l'*Eryngium amethystinum* les galles de *Lasioptera Eryngii*, si communes sur l'*Eryngium campestre* et décrit (3) les déformations produites par un *Asphondylia* dans des fleurs de l'*Ajuga Chamæpitys* ; elles deviennent virescentes, restent fermées et sont très renflées ; les étamines présentent des filets hypertrophiés et les ovaires sont déformés ; la forme ailée du parasite n'a pas été obtenue.

Une symbose singulière a été signalée par M. Baccarini (4), sur les bourgeons floraux du *Capparis spinosa* ; on trouve, dans des renflements produits par un Champignon, une larve d'une nouvelle espèce de Cécidomyie ; le dépôt de l'œuf a lieu après l'apparition des conidies, de sorte que la mouche peut propager le Champignon.

Une nouvelle Cécidomyie, le *C. Piceæ*, a été observée par M. Hartig (5) chez les Sapins ; l'insecte parfait effectue sa ponte en juin et la larve vit dans l'écorce des rameaux d'une ou plusieurs années, où elle hiverne à l'état de larve ou de pupe ; elle y forme des galles ovoïdes de 3 cm. de long.

M. Kieffer (6) signale plusieurs diptérocécidies nouvelles sur les Saules : le *Cecidomyia clavifex n. sp.* détermine sur les *S. aurita*, *S. Capræa*, *S. cinerea* un épaisissement globuleux avec formation de poils à la pointe des rameaux ; le *C. pulvini n. sp.* vit à l'aisselle des feuilles. Pour ces espèces nouvelles, l'auteur donne la description du parasite à tous ses stades, surtout en ce qui concerne les parties essentielles à la spécification.

---

(1) C. Massalongo : *Entomocecidii nuovi o non ancora signalati nella flora italica* (Bull. d. Soc. bot. ital., 1893).

(2) C. Massalongo : *Sopra in ditterocecidio dell' Eryngium amethystinum* (Bull. d. Soc. Bot. ital., 1892).

(3) C. Massalongo : *Deformazione parassitaria dei fiori di Ajuga Chamæpitys* (Bull. d. Soc. Bot. ital., 1892).

(4) Baccarini : *Sopra un curioso cecidio della Capparis spinosa L.* (Malpighia. VII, 1892).

(5) Hartig : *Eine neue Gallmückenart.*

(6) J. J. Kieffer : *Zur Kentniss der Weidengallmücken* (Berliner Entomol. Zeitschr. XXXVI).

Ailleurs (1) il décrit les transformations que fait subir aux fleurs de *Saxifraga granulata* la présence du *Cecidomyia Saxifragæ*, nouvelle espèce dont il donne les caractères ; les boutons restent fermés, ont une forme ovoïde, le calice est très développé ; les filets des étamines sont épaissis ; l'insecte a pour parasites une autre Cécidomyie et une Anguillule.

Les bourgeons floraux du *Biscutella saxatilis* (2) peuvent être hypertrophiés et rester fermés du fait d'une Cécidomyie ; ils acquièrent la grosseur moyenne d'un pois ; les fruits acquièrent leur développement normal ; le parasite se transforme en pupe dans la terre.

Maladies produites par des Acariens. — M. Nalepa (3), qui s'est occupé très activement de l'étude des Acariens et surtout des Phytoptides, a publié un catalogue des galles produites par ces animaux, rangées d'après les plantes attaquées ; c'est avant tout un travail de Systématique zoologique ; les cécidies y sont brièvement décrites ; les botanistes y trouveront toute la bibliographie qui concerne ces intéressants parasites.

Un *Phytoptus* d'espèce non déterminé pourrait produire, selon M. Cuboni (4), une fasciation chez le *Spartium junceum* et le *Sarothamnus scoparius*. M. Widenmann (5) s'occupe des modifications que peuvent subir les feuilles du fait des insectes ; pour lui la nature des changements dépend surtout du stade de développement où se trouve la feuille lorsqu'elle est attaquée ; de plus elle est en rapport avec la nature de la sécrétion de l'Insecte.

C'est ainsi que l'auteur présente une série de feuilles de *Syringa vulgaris*, déformées par les blessures produites sur elles par des Acariens, alors qu'elles étaient encore dans le bourgeon ; elles offrent, en particulier, des échancrures arrondies.

Les fleurs du *Laurus nobilis* sont déformées par un *Phytoptus*, signalé par M. Massalongo (6) ; les inflorescences attaquées sont les plus basses ; les feuilles du périanthe et les filets des étamines sont hypertrophiés, l'ovaire est déformé ; tous les organes sont couverts de poils épais, bruns, à parois épaisses.

---

(1) J. J. Kieffer : *Mittheilungen über Gallmücken* (Berliner Entomol. Zeitschr. XXXVI).

(2) J. Mik : *Eine Cecidomyiden-Gall. auf Biscutella saxatilis aus Val Popena in Italien* (Wiener Entomol. Zeitg. X).

(3) A. Nalepa : *Katalog der bisher beschriebenen Gallamilben, ihrer Gallen und Nährpflanzen* (Zool. Jahrb -System. VII, 1893).

(4) Cuboni : *Sulla causa della fasciazione nello Spartiun junceum L. e nel Sarothamnus scoparius Wim.* (Bull. d. Soc. bot. ital., 1892).

(5) A. von Widenmann : *Abnorme Blattformen an Syringa vulgaris* (Jahreshefte des Vereins f. vaterl. Naturkunde in Württemberg, 1894).— *Ueber den Einfluss von Insekten auf die Gestaltung der Blätter* (l. c.).

(6) C. Massalongo : *Sulla fitottosi dei fiori dell' aloro* (Bull. d. Soc. bot. ital. 1894).

Cet auteur (1) donne une liste de Phytoptides nouveaux pour la flore italienne, et M. NALEPA (2) en décrit de nouvelles espèces, entre autres le *Phytoptus hypochœrinus* sur les feuilles de l'*Hypochœris glabra*, le *Trimerus massalongianus*, sur les feuilles du *Quercus pubescens*.

M. de LAGERHEIM (3) étudie plusieurs cas d'acarodomaties ou d'acarocécidies ; il signale par exemple la présence de *Phytoptus* sur les fruits de l'*Opuntia cylindrica* ; ceux-ci présentent normalement une forme arrondie, et ont des mamelons sans épines ; quand ils hébergent des *Phytoptus* leur forme est celle d'une poire, leurs mamelons sont irrégulièrement allongés et un peu renflés ; le bourgeon terminal des mamelons est déformé et couvert de poils et de touffes de feuilles que l'auteur regarde comme des aiguilles rudimentaires ; lorsque l'Acarien abandonne le fruit, il se forme au point végétatif une couche de liège et les poils et les feuilles tombent. L'auteur a observé chez le *Solanum pseudoquina* une acarodomatie dans les angles des nervures, et il passe en revue les faits de ce genre observés chez les Solanées.

M. COSTANTIN (4) signale les dégâts produits dans les meules de Champignons de couche par un Acarien, le *Tyroglyphus mycophagus*.

Le *Tetrarhynchus telarius* a été observé sur la Citrouille et le Melon par M. PEGLION (5) ; ce parasite se développe d'abord à la pointe des bourgeons qu'il entoure d'un fin tissu, il ronge la face supérieure des feuilles dont il détermine la dessiccation, puis se transportent sur d'autres Melons ou sur des Maïs où ils hivernent ; l'auteur propose pour se défendre de ces Acariens d'éloigner les melons des pieds de Maïs et de les planter dans un sol exposé au vent et au froid pendant l'hiver, enfin d'asperger les jeunes bourgeons avec une solution contenant 1/2 à 1 °/ₒ de sulfure de carbone et 1/2 à 2 °/ₒ de savon.

M. ROSS (6) a observé des acarodomaties chez plusieurs *Cissus* et *Ampelopsis* ; elles étaient formées par des cavités qui occupaient les régions où les nervures secondaires partent de la nervure principale. Chez le *Cissus oblonga* les acarodomaties sont pendant les premiers stades de leur développement de véritables nectaires.

---

(1) C. Massalongo : *Sopra alcune milbogalle nuove per la flora d'Italia* (Bull. d. Soc. bot. ital., 1894).

(2) A. Nalepa : *Ueber neue Gallmilben* (Bot. Centralbl. LIII).

(3) G. von Lagerheim : *Einige neue Acarocecidien und Acarodomatien* (Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. 1892).

(4) J. Costantin : *Le Tyroglyphus mycophagus, acarien nuisible au Champignon de couche* (Bull. d. l. Soc. Mycol. de Fr., 1894).

(5) V. Peglion : *Sopra due parassiti del melon* (Riv. d. patolog. veg. II, 1893).

(6) H. Ross : *Sugli acarodomazii di alcune Ampelidee* (Contrib. alla biol. e fisiol. veg. di A. Borzi I, 1893).

M. Molliard (1) a étudié les transformations morphologiques et anatomiques produites par le *Phytoptus dubius* dans les épillets du *Bromus secalinus*; les étamines les moins transformées sont rendues stériles par l'avortement de leurs cellules mères; lorsqu'elles sont attaquées très jeunes elles se transforment en une feuille à deux lames réunies par une de leurs faces au niveau de la nervure médiane; les glumes et glumelles présentent un faible développement de la cutine et du sclérenchyme; les glumelles postérieures se transforment en deux feuilles indépendantes, ce qui conduit l'auteur à les regarder comme formées par la soudure de deux organes primitivement distincts: l'épiderme de tous les organes présente les caractères d'un épiderme sécréteur.

Maladies produites par des Nématodes. — MM. Vuillemin et Legrain (2) ont montré que, dans le Sahara, l'*Heteroderu radicicola* peut constituer une véritable symbiose avec plusieurs plantes de culture, telles que les Carottes, Navets, Oignons, Betteraves, Céleris, c'est ainsi que les racines de l'*Allium cepa* offre des renflements fusiformes signalés chez diverses Monocotylédones ; celles des Dicotylédones présentent des dilatations variqueuses ; toutes les plantes attaquées offraient un état particulier de prospérité ; cela tient à ce qu'au voisinage des parasites, plusieurs rudiments de vaisseaux se transforment en utricules fortement renflées, contenant jusqu'à 50 noyaux et emprisonnant une grande quantité d'eau, qui constitue une réserve pour la plante. On a ici un exemple d'une espèce animale qui, suivant les conditions de vie, est parasite ou symbiotique.

M. Ritzema-Bos (3) signale un nouveau Nématode, l'*Aphelenchus olesistus*, produisant une maladie des feuilles des *Begonia*, et l'attaque des Primevères par le *Tylenchus devastatrix*, l'ennemi si répandu du Seigle.

M. de Wildeman (4) donne une courte description des modifications introduites dans les racines du *Clerodendron Bungei* par la présence de l'*Heterodera radicicola*; contrairement aux cas rapportés par les différents auteurs le parasite se développe dans l'intérieur du cylindre central des racines attaquées; il est invraisemblable que cette association soit symbiotique.

---

(1) M. Molliard : *Sur les modifications produites dans les épillets de Bromus secalinus infestés par le Phytoptus dubius* (Bull. d. l. Soc. bot. de Fr., 1894).

(2) P. Vuillemin et Em. Legrain : *Symbiose de l'Heterodera radicicola avec les plantes cultivées au Sahara* (Comptes-Rendus de l'Acad. des Sc CXVIII).

(3) J. Ritzema-Bos : *Neue Nematodenkrankheiten bei Topfpflanzen* (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh, 1893).

(4) E. de Wildemann : *Sur les nodosités des racines du Clerodendron Bungei* (Bull. d. l. Soc. belge de Microscopie. XX, 1894).

Un nouveau Nématode a été découvert par M. **Fischer** (1) sur les racines de *Clematis Jachmanni;* c'est l'*Aphelenchoides n. g. Kuhnii n. sp.*; il est accompagné dans les taches noires qu'il produit surtout au point de sortie des radicelles, d'autres Nématodes (*Cephalobus*, *Rhabditis*, *Aphelenchus*), de nombreuses pycnides de *Phoma*, et du *Pleospora herbarum* à ses différents stades de développement; l'auteur a pu produire une infection artificielle chez des *Ficaria* et d'autres Clématites.

M. **Massalongo** (4) signale la déformation des fleurs du *Phleum Bœhmeri* par des *Tylenchus* qui vivent en grande abondance dans les bourgeons floraux, et déterminent l'allongement et l'épaississement des glumelles.

A l'occasion de ses recherches sur les Enchytræides, M. **Vanha** (2) a découvert des Nématodes du genre *Dorylaimus*, comme très répandus dans les Betteraves, les Pommes de terre et les Céréales; ils se distinguent de l'*Heterodera Schachtii*, le Nématode ordinaire de la Betterave, en ce qu'ils sont plus gros et sont munis d'un stylet beaucoup plus fort; les femelles ne sont pas gonflées par leurs œufs, qui sont pondus isolément. Ces parasites pénètrent dans les jeunes tissus de l'écorce des racines, et vident les cellules de leur contenu; ils se rencontrent surtout dans les sols humides et sableux, rarement dans les sols argileux.

---

(1) M. Fischer : *Ueber eine Clematis-Krankheit* (Ber. aus den physiol. Laborat. der Univers. Halle, 1894).

(2) C. Massalongo : *Intorno al cecidio di Phleum Bœhmeri causato dal Tylenchus Phalaridis* (Bull. d. Soc. bot. ital., 1894).

M. **Molliard**.

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

Les inflorescences en Botanique descriptive (*Deuxième Note*), par M. F. **Hy** (avec neuf figures dans le texte).
I. Inflorescences de passage.................... 5
II. Inflorescences modifiées.................... 103

Action de l'eau du sol sur la végétation, par M. **Edmond Gain** (avec deux figures et une planche, Pl. 1)................ 15
I. Quantité d'eau contenue dans le sol arable..... 16
II. Action physique et chimique de l'eau sur les substances que la plante puise comme aliments dans le sol.............................. 19
III. Conséquences biologiques de la sécheresse ou de l'humidité du sol.................. 71, 123

La végétation forestière en Lorraine pendant l'année 1893, par M. **Edmond Henry**.............................. 49

Sur le polymorphisme du genre *Sporotrichum*, par M. **Émile Boulanger** (avec quatre planches, Pl. 2, 3, 4 et 5)..... 97, 166

Recherches sur la germination des graines oléagineuses, par M. **Leclerc du Sablon**.............................. 145
I. Méthodes.............................. 146
II. Ricin.............................. 150, 205
III. Chanvre.............................. 208
IV. Colza.............................. 212
V. Lin.............................. 258
VI. Pavot.............................. 260
VII. Arachide.............................. 262
VIII. Soja.............................. 264
IX. Conclusions.............................. 267

Distribution des Mousses sur le littoral du Nord de la France, par M. L. **Géneau de Lamarlière**.............................. 193

Influence de la lumière électrique continue sur la forme et la structure des plantes, par M. Gaston Bonnier (avec dix planches, Pl. 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 et 15) 241

- I. Modifications produites dans les végétaux par l'éclairement électrique continu... 245, 291, 332
- II. Variations de la culture sur l'intensité de la lumière 336
- III. Cultures d'espèces alpines et arctiques à la lumière électrique 409
- IV. Conclusions 412

Un nouveau Chou fourrager, par M. L. Daniel (avec figure dans le texte) 307

Structure, développement et forme parfaite des *Gliocladium*, par M. L. Matruchot (avec une planche, Pl. 16) 321

Le Marquis G. de Saporta, sa vie et ses travaux, par M. R. Zeiller 353

Sur la digestion des albumens gélatineux, par M. Leclerc du Sablon 401

Note sur la culture de la « *pietra fungaia* », par M. J. Costantin (avec une planche, Pl. 17) 433

Étude sur la flore maritime du Golfe de Gascogne, par M. L. Géneau de Lamarlière 438

- I. Zone marine proprement dite 441
- II. Zone des eaux saumâtres 442
- III. Zone des vases marines 443
- IV. Zone des dunes 503
- V. Zone des falaises 509

Études de géographie botanique à propos des plantes de la Côte-d'Or, par M. L. Bazot 447

Structure et développement de la zygospore du *Sporodinia grandis*, par M. Maurice Léger (avec planches, Pl. 18, 19, 20 et 21) 481

Développement d'un *Cladobotryum*, par M. L. Matruchot (avec une planche, Pl. 22) 497

TABLE DES REVUES

DES TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Revue des travaux publiés sur les Champignons pendant les années 1891 à 1893, par M. J. **Costantin** (avec figures dans le texte) (*suite et fin*).

IV. Champignons imparfaits............ 45, 94, 139
V. Oomycètes........................... 140, 177
VI. Myxomycètes............................ 180
VII. Géographie mycologique.................... 184

Revue des travaux de physiologie et chimie végétales parus de juin 1891 à août 1893, par M. **Henri Jumelle** (avec figures dans le texte) (*suite et fin*).

I. Physiologie végétale (*suite*)..................... 27
II. Chimie végétale.......... 85, 172, 233, 278, 315, 343, 389, 420, 476

Revue des travaux sur les Bactéries et les fermentations publiés pendant l'année 1892, par M. **Léon Boutroux** (avec figures dans le texte)............................. 216, 270

Revue des travaux de tératologie et de pathologie végétales parus dans les années 1892, 1893 et 1894, par M. M. **Molliard**.
I. Tératologie............................ 465, 525
II. Pathologie................................ 526

TABLE DES PLANCHES

CONTENUS DANS LE TOME SEPTIÈME

Planche 1. Influence de l'humidité du sol sur l'absorption.
— 2. *Sporotrichum.*
— 3. *Sporotrichum.*
— 4. *Sporotrichum.*
— 5. *Sporotrichum.*
— 6. *Helleborus niger.*
— 7. *Pinus austriaca ; Helleborus niger.*
— 8. *Fagus silvatica ; Helleborus niger.*
— 9. *Elodea canadensis ; Zea Mays.*
— 10. *Picea excelsa ; Taxus baccata.*
— 11. *Pteris tremula.*
— 12. *Carpinus Betulus ; Amygdalus communis ; Fragaria vesca ; Geum urbanum ; Primula officinalis.*
— 13. *Triticum sativum ; Helleborus guttatus ; Pisum sativum ; Zea Mays.*
— 14. *Æsculus ; Acer ; Ulmus ; Tilia ; Leucanthemum ; Achillea ; Ranunculus asiaticus.*
— 15. *Vicia sativa ; Stachys tuberifera ; Lathyrus sativus* (Planche en couleur).
— 16. *Gliocladium penicillioides ; G. compactum ; G. viride.*
— 17. Culture de la « *pietra fungaia* ».
— 18. *Sporodinia grandis.*
— 19. *Sporodinia grandis.*
— 20. *Sporodinia grandis.*
— 21. *Sporodinia grandis.*
— 22. *Cladobotryum.*

TABLE DES ARTICLES ET DES REVUES

PAR NOMS D'AUTEURS

Bazot (L.). Études de géographie botanique à propos des plantes de la Côte d'Or.................................... 447

Bonnier (Gaston). Influence de la lumière électrique continue sur la forme et la structure des plantes..... 241, 289,332, 409

Boulanger (Émile). Sur le polymorphisme du genre *Sporotrichum* 97, 166

Boutroux (Léon). Revue des travaux sur les Bactéries et les fermentations publiés pendant l'année 1892......... 216, 270

Costantin (J.). Note sur la culture de la « *pietra fungaia* ».... 433

— Revue des travaux publiés sur les Champignons pendant les années 1891 à 1893 (*suite et fin*) 45, 94, 139, 177

Daniel (L). Un nouveau Chou fourrager..................... 307

Gain (Edmond). Action de l'eau du sol sur la végétation. 15, 71, 123

Géneau de Lamarlière (L.). Distribution des Mousses sur le littoral du Nord de la France. 193

— Étude sur la flore maritime du Golfe de Gascogne..... 438, 503

Henry (Edmond). La végétation forestière en Lorraine pendant l'année 1893 49

Hy (F). Les inflorescences en Botanique descriptive (*Deuxième Note*)...................................... 5, 103

Jumelle (Henri). Revue des travaux de physiologie et chimie végétales parus de juin à août 1893 (*suite et fin*), 27, 85, 172, 233, 278, 315, 343, 389, 420 476

Leclerc du Sablon. Recherches sur la germination de graines oléagineuses.............. 145, 205 258

— Sur la digestion des albumens gélatineux. 401

Léger (Maurice). Structure et développement de la zygospore du *Sporodinia grandis*............................ 481

Matruchot (L). Structure, développement et forme parfaite des *Gliocladium* 321

— Développement d'un *Cladobotryum*.......... 497

Molliard (M.). Revue des travaux de tératologie et de pathologie végétales pour les années 1892, 1893 et 1894 ... 465, 525

Zeiller (R.). Le Marquis G. de Saporta, sa vie et ses travaux. 353

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES NOMS D'AUTEURS DONT LES TRAVAUX ONT ÉTÉ ANALYSÉS DANS LES REVUES DES TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Explication des signes : (*b*) Revue des travaux sur les Bactéries et les fermentations ; (*c*) Revue des travaux sur les Champignons ; (*ph*) Revue des travaux de Physiologie et Chimie végétales ; (*tp*) Revue des travaux de tératologie et de pathologie végétales.

A

Allescher (*c*) 187
André et Berthelot (*ph*).. 27, 283
Andreæ (*tp*) 465
Anderson (*c*) 190
— et Ellis (*c*) 181
Arcangeli (*tp*) 467, 471, 525
Arnould (*c*) 186
Atkinson (*c*) 94, 191
Aubert (*ph*) 351

B

Baccarini (*c*) 189
— (*tp*) 539
Bainier (*c*) 143
Barclay (*c*) 192
Baümler (*c*) 188
Bela Pater's (*tp*) 473
Belzung (*ph*) 279, 477
— et Poirault (*ph*). 239, 279
Berlese (*c*) 47
— (*tp*) 536, 538
— et Peglion (*c*) 189
— et Saccardo (*c*) 192
Berthelot (*ph*) 87
— et André (*ph*).. 27, 283
Beyerinck (*b*) 220
Blouski (*c*) 190
Blytt (*c*) 183
Bommer et Rousseau (*c*) 139, 186
Borbas (*tp*) 467, 468, 470
Borgmann (*tp*) 536
Borodine (*ph*) 238
Boudier (*c*) 47, 139
Bourquelot (*ph*) 287
Bréal (*ph*) 87
Bresadola (*c*). 139, 187, 190, 192
— et Saccardo (*c*) 192
Briard (*c*) 186
Bride Thomas (*c*) 183
Britzelmayr (*c*) 188
Brizi (*tp*) 526, 532
Brœmer (*ph*) 393
Brunaud (*c*) 186
Bruyne (de) (*c*) 179
Bucherer (*tp*) 472
Buchner (*b*) 227
Busch et Sorokine (*c*) 190
Büsgen (*tp*) 538

C

Calmette (*b*) 272
Camus (*c*) 139
Cavara (*c*) 139, 189
Celakovsky (Lad.-J.) (*tp*) 468
Celakowsky (*c*) 181, 184
Charrin (*tp*) 527
Chmelewsky (*b*) 226
Chmielewskij (*c*) 178

Chodat (*ph*) 477
Cieslar (*tp*) 465
Classen (*tp*) 534
Clautriau (*ph*) 420
Clos (*tp*) 468
Cobelli (*c*) 188
Colenso (*c*) 192
Conn (*b*) 225
Cook (O. F.) (*c*) 184
Cooke (*c*) 189, 192
Coppola ((*tp*) 534
Costantin (*c*) 47
— (*tp*) 533, 541
Coudon et Müntz (*c*) 172
Cuboni (*c*) 139
— (*tp*) 540
Cypers (*c*) 188

D

Daguillon (*tp*) 467
Dalla Tore (de) (*tp*) 537
Dongeard (*c*) 178, 180
Daniel (*c*) 186
— (*ph*) 39
Delacroix (*c*) 96, 139
— et Prillieux (*c*) 140
— — (*tp*) 527
Destrée (*c*) 187
Dorrer 537
Dufour (J) (*tp*) 536
Dufour (L.) et Hickel (*tp*) 533
Duchartre (P.) (*tp*) 472

E

Ekstam (*tp*) 470, 471
Ellis et Anderson (*c*) 191
— et Dearness (*c*) 191
— et Everhardt (*c*) 191
Everhardt et Ellis (*c*) 191

F

Fairchild (*c*) 190
Fairman (*c*) 191
Farlow (*c*) 191
— et Seymour (*c*) 191
Fautrey (*c*) 139
Fayod (*c*) 189
Fentzling (*tp*) 530
Fermi (*b*) 224
Ferry (*c*) 184, 186
Fischer (*c*) 95, 140, 189
— (*tp*) 543
Flageolet (*c*) 185
Forster (*b*) 229
Franck (*ph*) 90
Frankland et Frew (*b*) 275
Fries (*c*) 190

G

Gain (*tp*) 474, 538
Galloway (*c*) 191
Geisler (*b*) 226
Gessard (*b*) 230
Giard (*tp*) 535
Giesenhagen (*tp*) 532
Gill (*c*) 178
Gillot (*tp*) 525
— et Lucand (*c*) 185
Gobi (*c*) 179
Godfrin (*c*) 186
Grönlund (*c*) 48
Guercio (G. del) (*tp*) 538
Guignard (*ph*) 390
Guillebeau (*b*) 271
Guillemot (*c*) 186

H

Halsted (*c*) 142
Hariot (*c*) 184, 191
Harkness (*c*) 191
Hartig (*tp*) 539
Hartmann (*tp*) 531
Hartog (*c*) 180
Harzlinsky (*c*) 143, 188
Hébert (*ph*) 286

Heim (*c*) 144
Heinricher (*tp*) 471
Hennings (*c*) 187, 192
Hess (*tp*) 534
Hickel et Dufour (L.) (*tp*) 533
Holm (*tp*) 473
Humphrey (*c*) 95, 140

J

Jaczewski (*c*) 139, 189, 192
Jentys (*ph*) 343, 423

K

Karsten (*c*) 139, 190, 192
Kayser (*b*) 232
Kellermann et Swingle (*c*) 190
Kieffer (*tp*) 533 539
King (*c*) 189
Klein (*tp*) 467
Kosmahl (*c*) 95
Kossowitsch (*ph*) 88
Kotjlar (*b*) 226
Kraus (*ph*) 237
Krupa (*c*) 188
Kustenmacher (*tp*) 534

L

Laboulbène (*tp*) 535
Lagerheim (de) (*c*) 95, 96, 142, 177, 190, 191
— (*tp*) 541
— et Patouillard (*c*). 191
Lallbruckner (*c*) 188
Laurent et Schlœsing (fils) (*ph*) 85
Le Breton (*c*) 186
Legrain et Vuillemin (*tp*) 542
Lindau (*c*) 187
Lindsey (*ph*) 285
Lister (*c*) 181, 184
Locwood (*c*) 141
Lœw (*b*) 223
— (*ph*) 175, 233
Lucand et Gillot (*c*) 185
Ludwig (*c*) 95, 187

M

Macadam (*c*) 190
Mac Millan (*c*) 190
Magnus (*c*) 142, 143, 187, 192
— (*tp*) 529
Maly (*tp*) 471
Mangin (*c*) 141
— (*ph*) 345
Maquenne (*tp*) 538
Marchal (*c*) 94, 139, 143
— (*ph*) 172
Massalongo (*tp*) 525, 526, 533, 537, 539, 540, 543
Massee (*c*) . 95, 139, 180, 189, 192
Matruchot (*c*) 45, 48, 96, 184
Mer (*ph*) 319
— (*tp*) 531, 536
Mesnard (*ph*) 397
Migula (*tp*) 527
Mik (*tp*) 540
Mikosch et Reichl (*ph*) 426
Mœller (*b*) 217
Molisch (*ph*) 284, 422
Molliard (*tp*) 473, 529, 542
Momont (*b*) 228
Monteverde (*ph*) 318
Morgan (*c*) 94, 96, 183
Mori (*c*) 189
Mueller (Carl) (*ph*) 389
Müller (Hans Karl) (*ph*) 240
Müntz et Coudon (*ph*) 172

N

Nadson (*ph*) 396
Nalepa (*tp*) 540, 541
Nencki (*b*) 276
Nestler (*tp*) 466
Niel (*c*) 184
Nils Sjöbring (*b*) 216
Noack (*tp*) 526

O

Olivier (*c*) 186
Oudemans (*c*) 187

P

Palladine (*ph*) 424
Passerini (*c*) 189
Patouillard (*c*) 192
— et de Lagerheim (*c*) 191
Pazschke (*c*) 192
Peck (*c*) 190
Peglion (*c*) 142
— (*tp*) 530, 541
— et Bersele (*c*) 189
Penzig (*tp*) 525
Philipps (*c*) 189
Pirotta (*tp*) 474
Plowright (*c*) 189
Poirault (*ph*) 239, 283
— et Belzung (*ph*) 239, 279
Potonié (*tp*) 473
Prillieux et Delacroix (*c*) 140
— (*tp*) 527

Q

Quélet (*c*) 186

R

Raciborski (*c*) 141, 190
Radais et Sauvageau (*c*) 47
Rathay (*tp*) 537
Reichl et Mikosch (*ph*) 426
Reinitzer (*ph*) 389
Rex (*c*) 182, 184
Richon (*c*) 140
Rimmer (*c*) 188
Ritrema-Bos (*tp*) 542
Robertson (*c*) 189
Rolland (*c*) 139
Ross (*tp*) 541
Rostrup (*c*) 190, 191
Rothert (*c*) 183
Rousseau et Bommer (*c*) 139, 186
Rupertsberger (*tp*) 535
Rush (*c*) 143
Russell (H.) (*tp*) 528
Russell (W.) (*tp*) 466

S

Saccardo (*c*) 189, 192
— et Berlese (*c*) 192
— et Bresadola (*c*) 192
Saunders (*c*) 183
Sautermeister (*tp*) 471
Sauvageau et Radais (*c*) 47
Scherffel (*c*) 181
Schlechtendal (von) (*tp*) 533
Schlœsing (fils) et Laurent (*ph*) 85
Schmidt (*tp*) 536
Schrenk (*tp*) 474
Schrœter (*c*) 140, 191
Schwalb (*c*) 188
Seymour (*c*) 190
— et Farlow (*c*) 191
Smith (*tp*) 532
Solla (*tp*) 474, 533
Sommier (*c*) 189
Soraner (*c*) 95
Sorokine et Busch (*c*) 190
Spegazzini (*c*) 142, 192
Staes (*c*) 186
Stein et Winter (*c*) 190
Stock (*ph*) 430
Studer (*c*) 189
Swingle (*c*) 142
— et Kellermann (*c*) 190

T

Tangl (*tp*) 537
Tavel (van) (*c*) 185
Thaxter (*c*) 94, 95
Thomas (*c*) 179
Tognini (*c*) 189
Trabut (*tp*) 537

Tubœuf (von) (*c*)............. 144
— (*tp*)................. 537

V

Vilmorin (H. de) (*tp*)......... 472
Vöchting (*ph*)............... 28
Voglino (*c*)............ 143, 189
Voss (*c*)...................... 188
Vries (Hugo de) (*tp*)......... 466
Vuillemin (*tp*)......... 470, 531
— et Legrain (*tp*).... 542

W

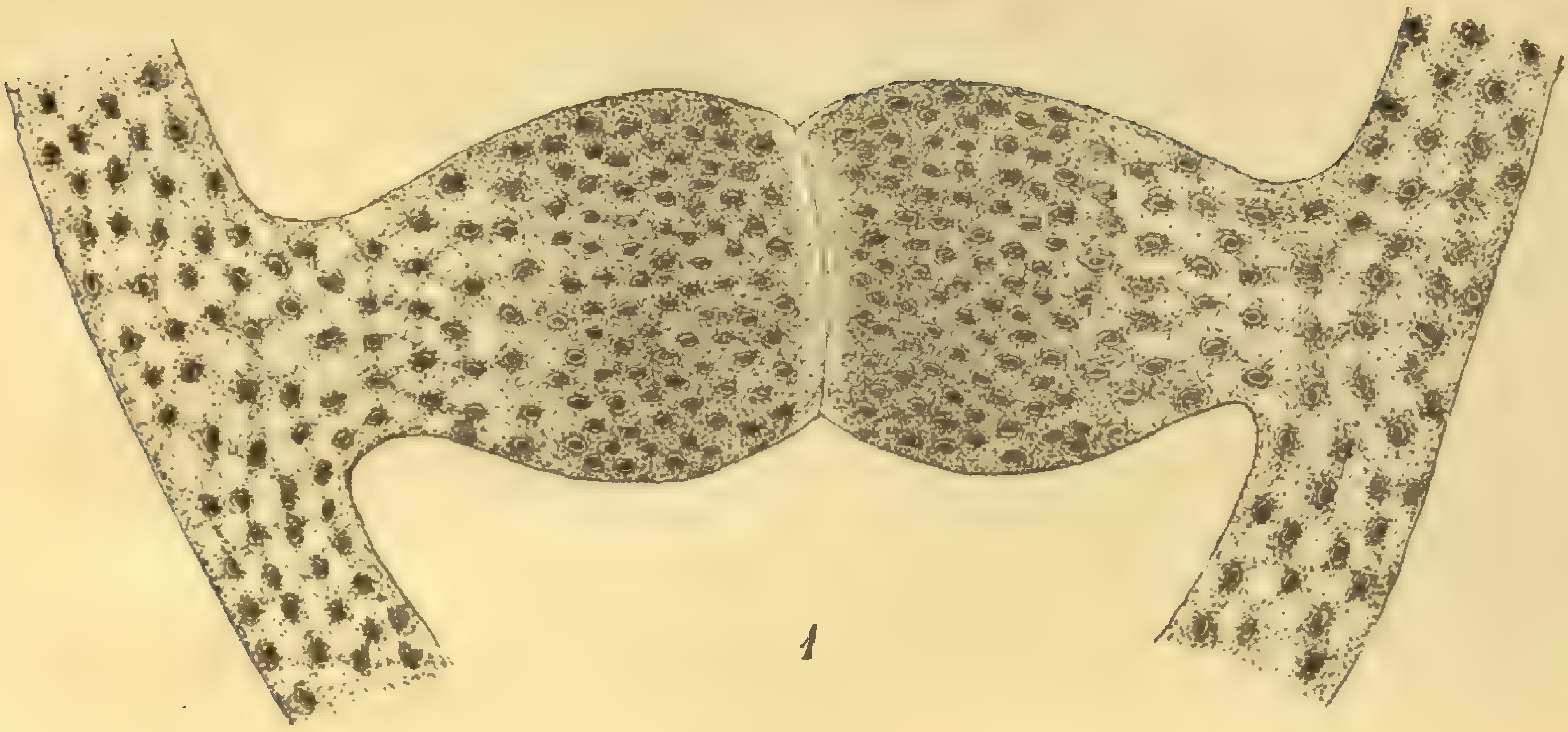
Wahrlich (*ph*)............... 238
Waite (*c*)..................... 142
Wakker (*tp*).................. 529
Ward (*c*)...................... 189
Webber (*c*)................... 191
Weber (C.) (*ph*)............. 236
Wehmer (*c*)................... 96
— (*ph*)......... 234, 237

Weidenbaum (*c*)............. 48
Wèvre (de) (*c*.)............... 144
Widenmann (A. von) (*tp*).... 540
Wildeman (de) (*tp*).......... 542
Wildman (*c*)........... 141, 177
Williams (*c*)................. 143
Winkler (*tp*).................. 474
Winogradsky (*b*)............ 270
— (*ph*)........... 88
Winter et Stein (*c*).......... 190
Wörnle (*tp*)................... 530
Wright (*tp*)................... 471

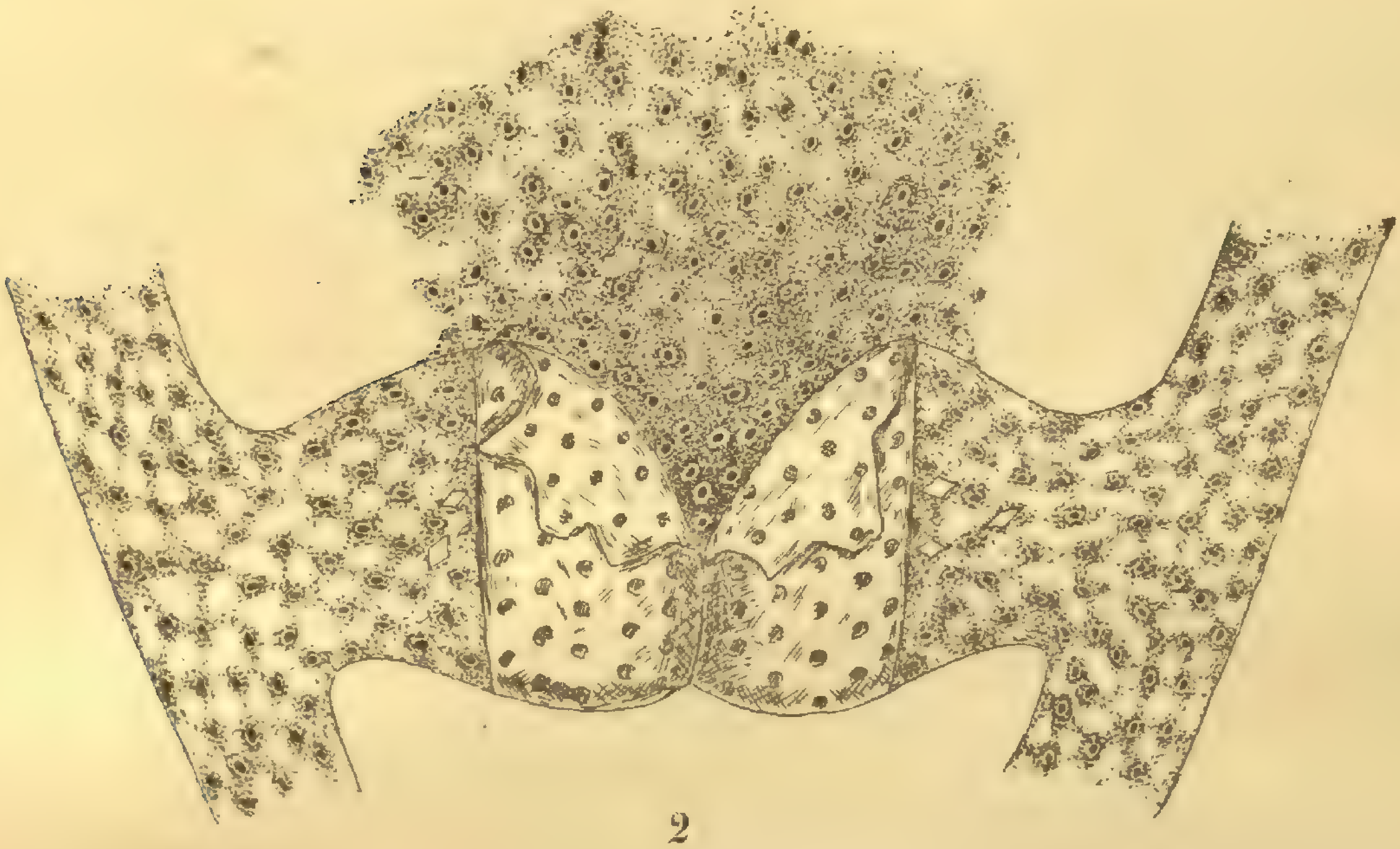
Z

Zabriskie (*c*)................. 94
Zacharias (*ph*)......... 233, 428
Zilakow (*c*)................... 190
Zimmermann (*ph*). 278, 282, 429
Zopf (*c*)............... 178, 182
— (*ph*)...................... 393
Zukal (*b*)..................... 216
— (*c*)...................... 182

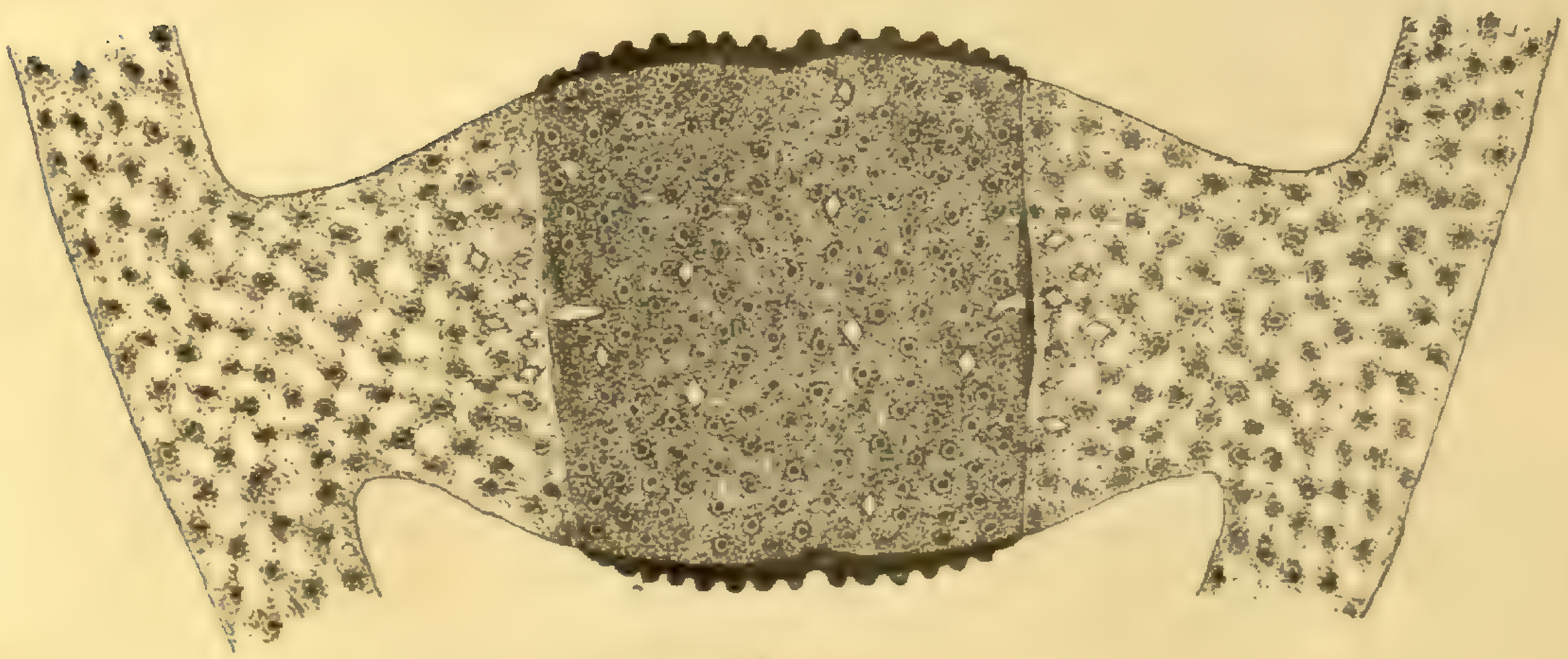
Le Gérant, Th. Clerquin.



1



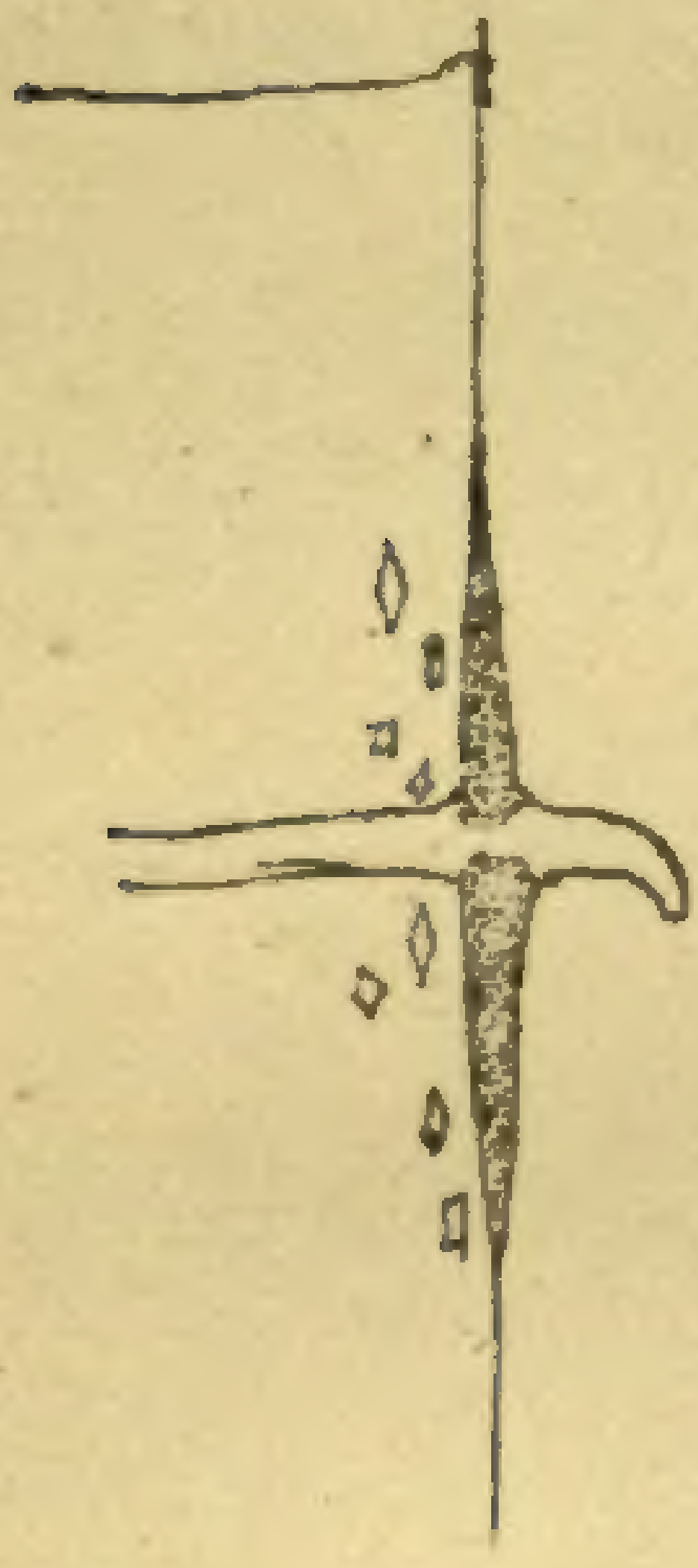
2



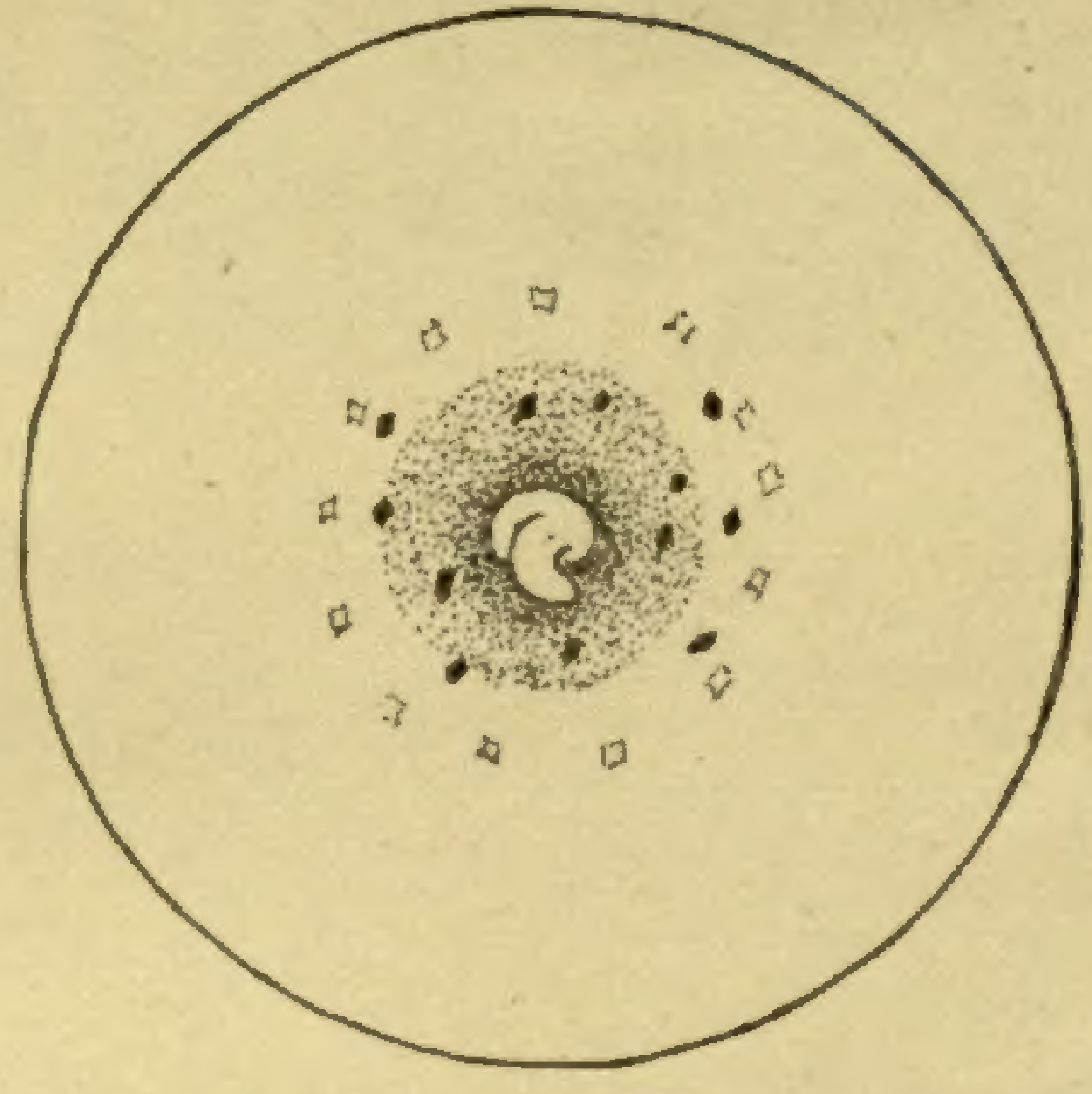
3

Maur. Léger del. Imp. Le Bigot. Bordier sc.

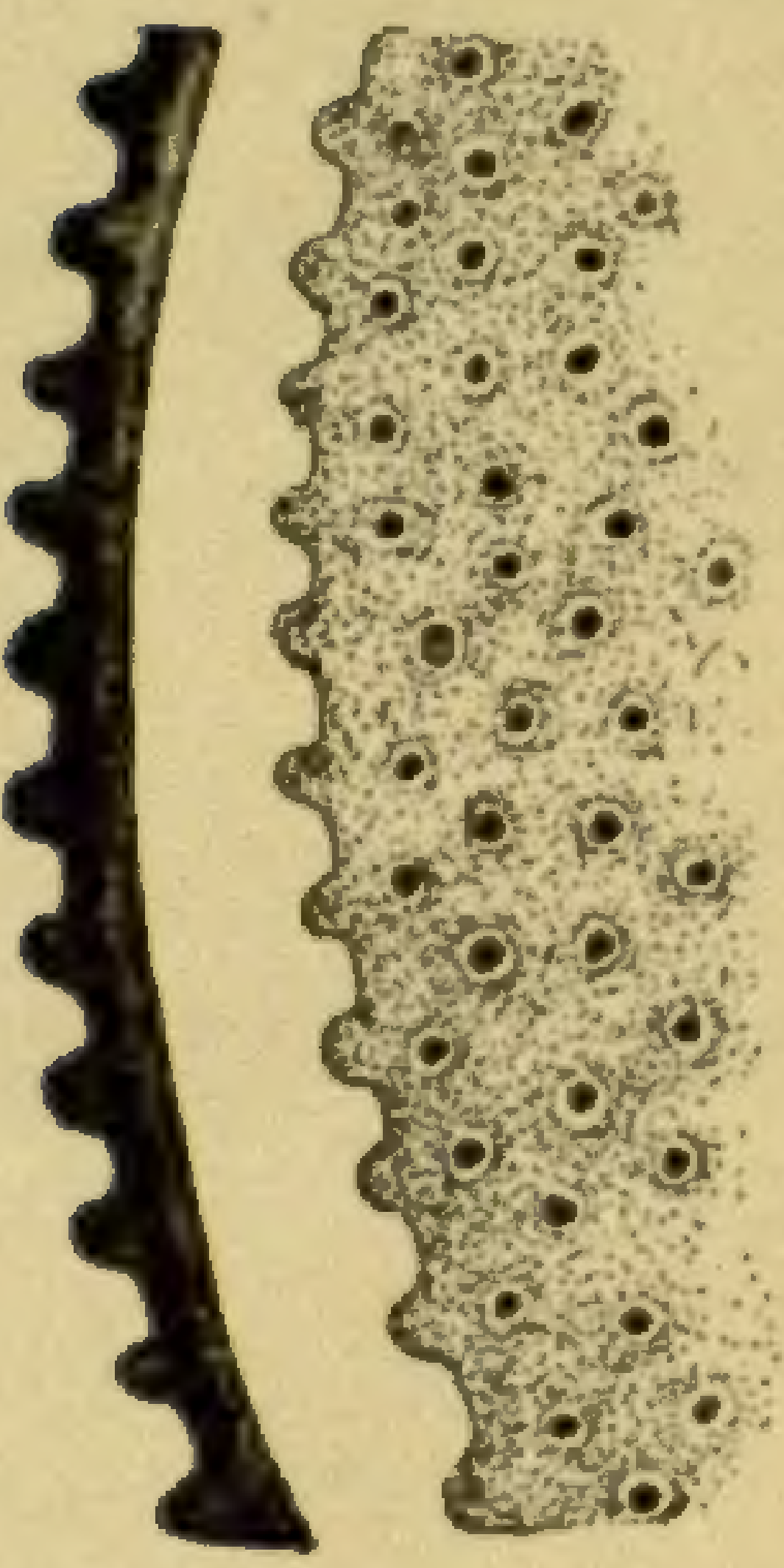
Sporodinia grandis.



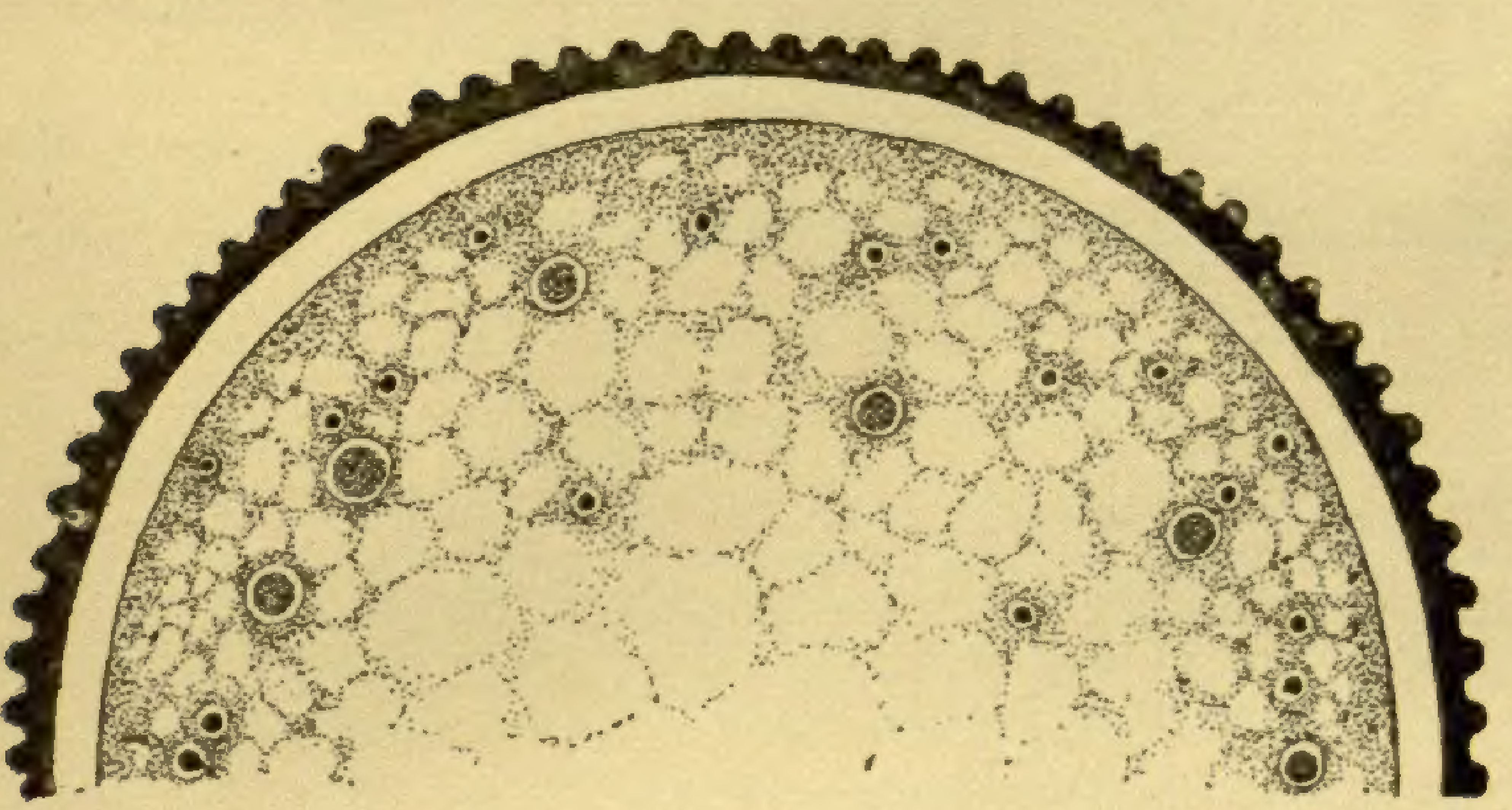
4



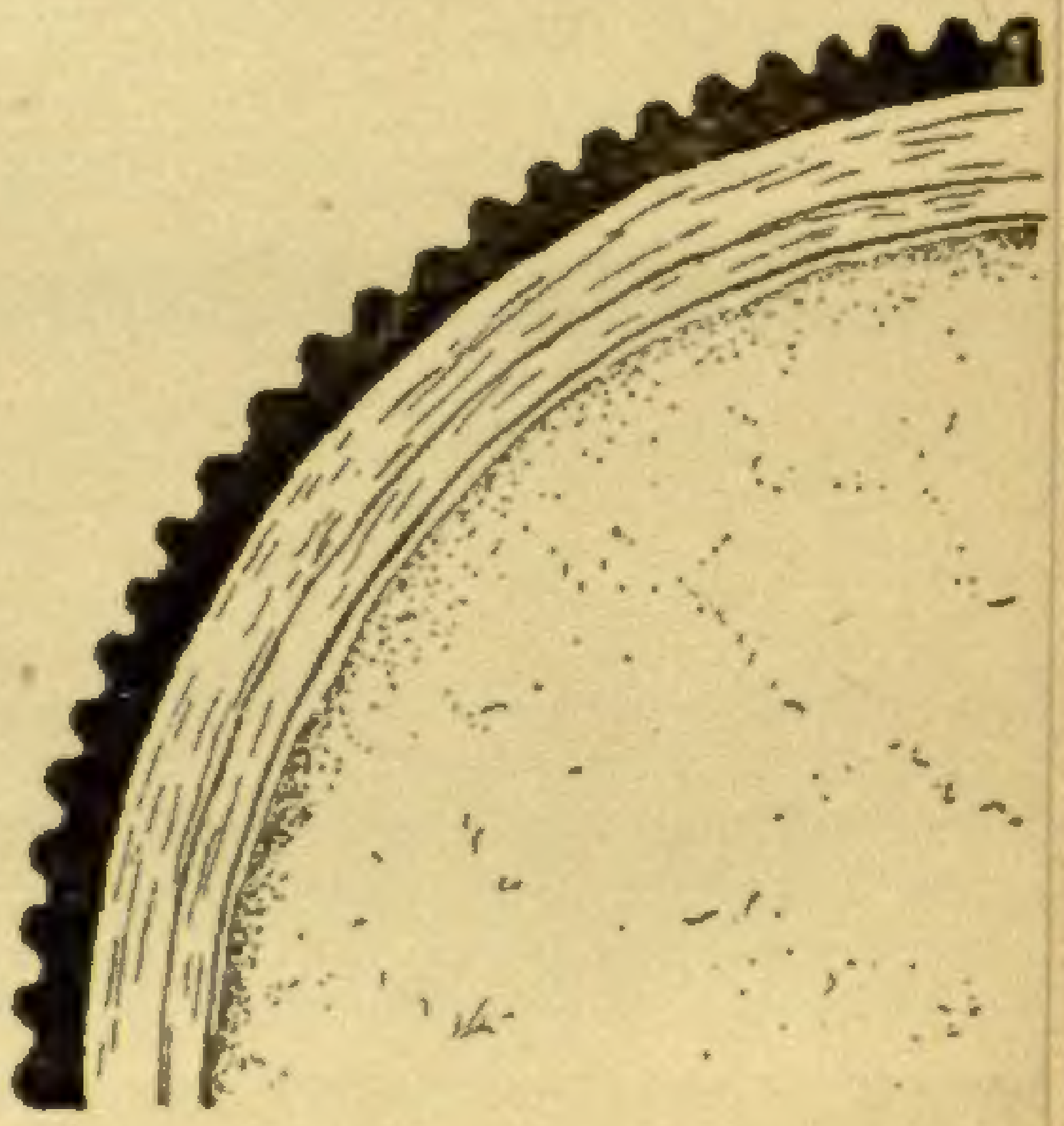
5



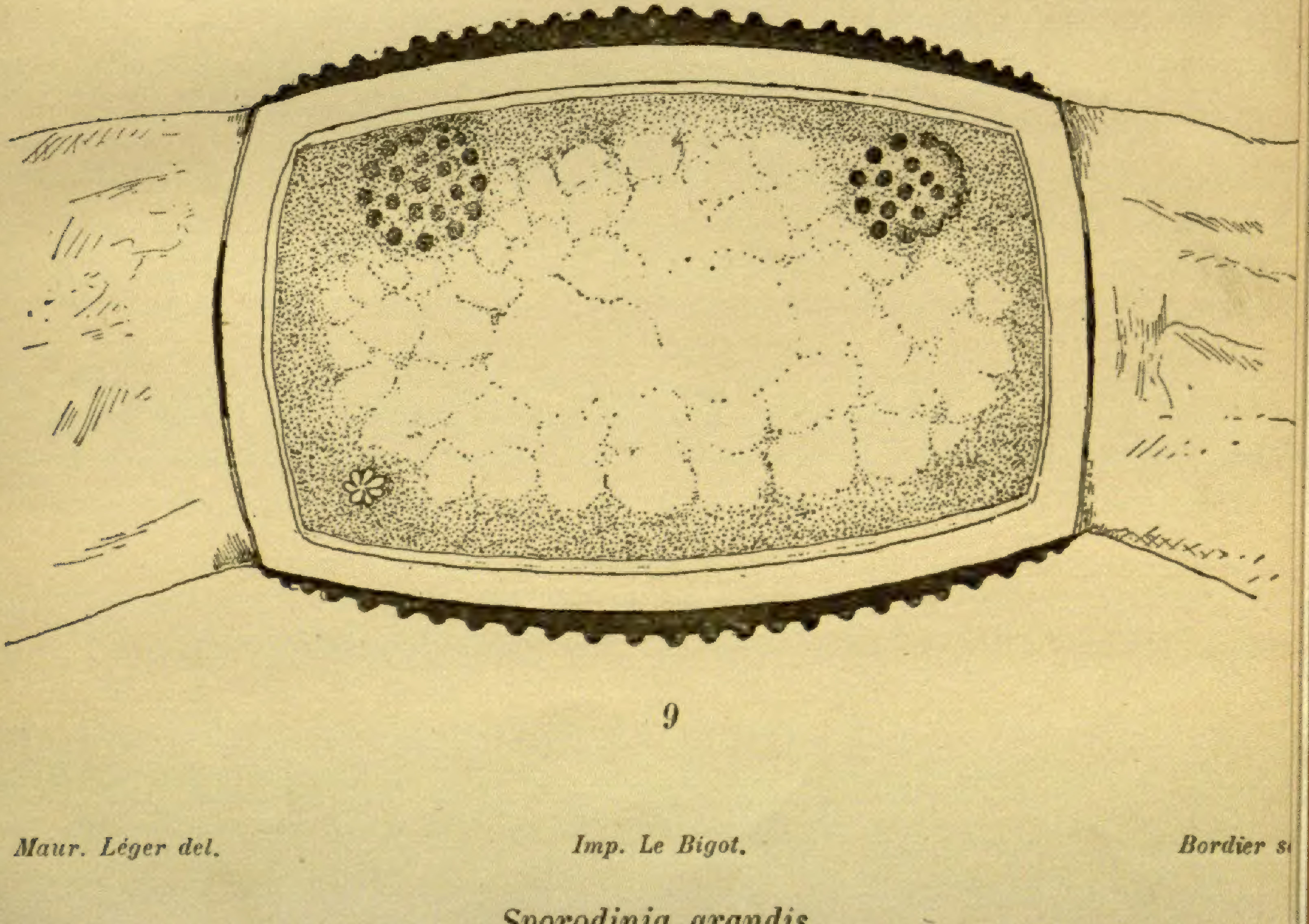
6



7



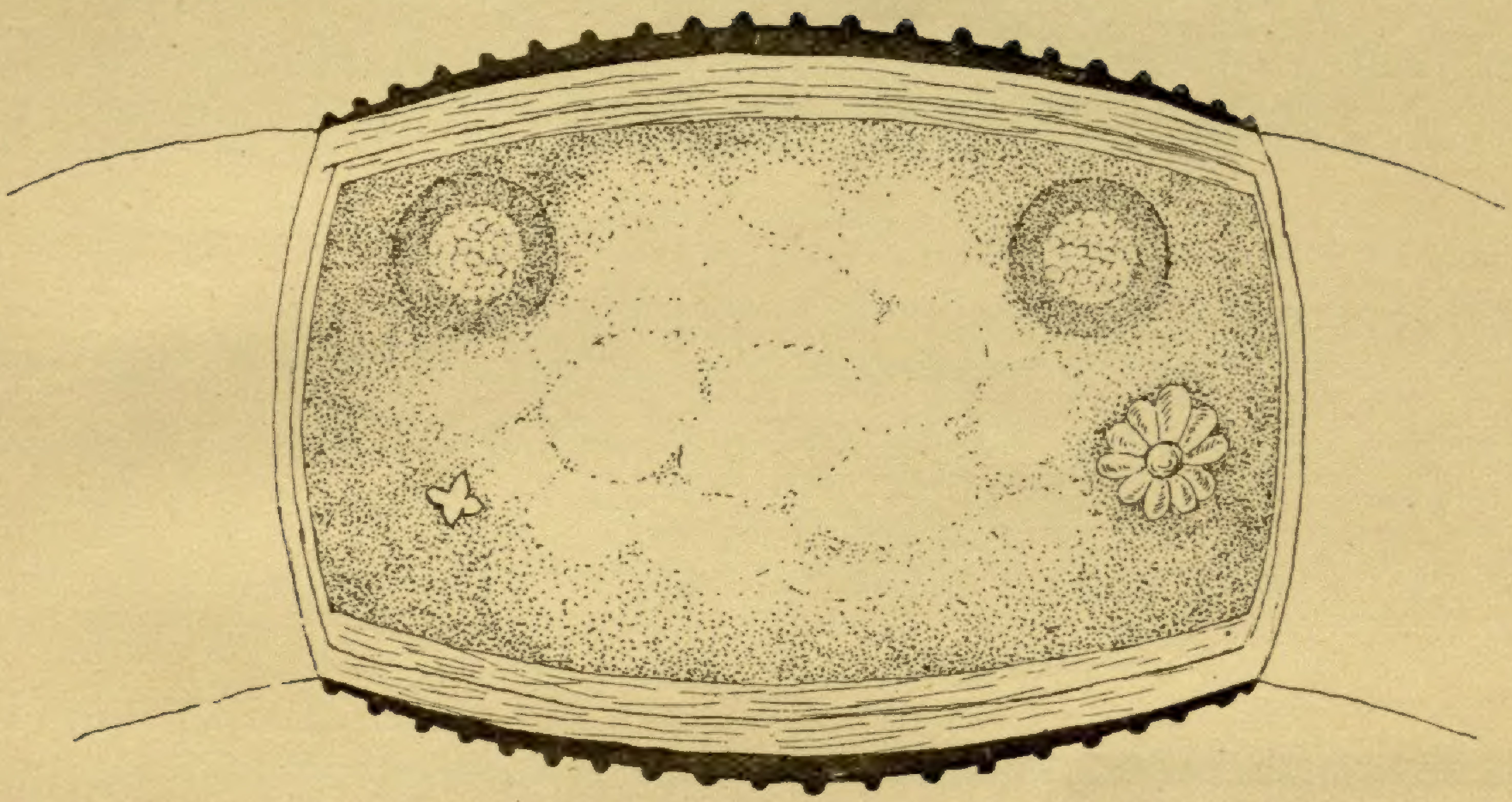
8



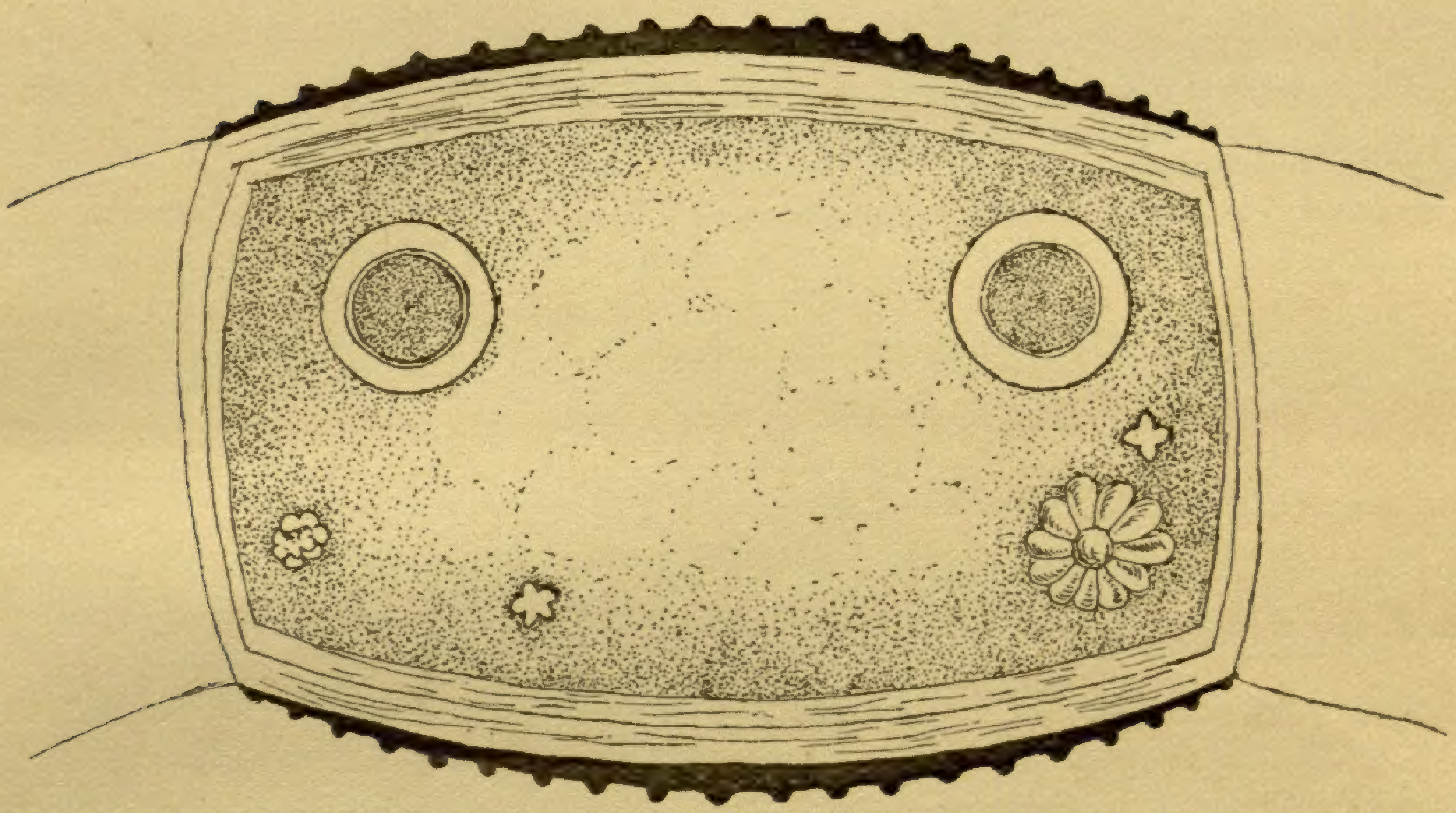
9

Maur. Léger del. Imp. Le Bigot. Bordier s

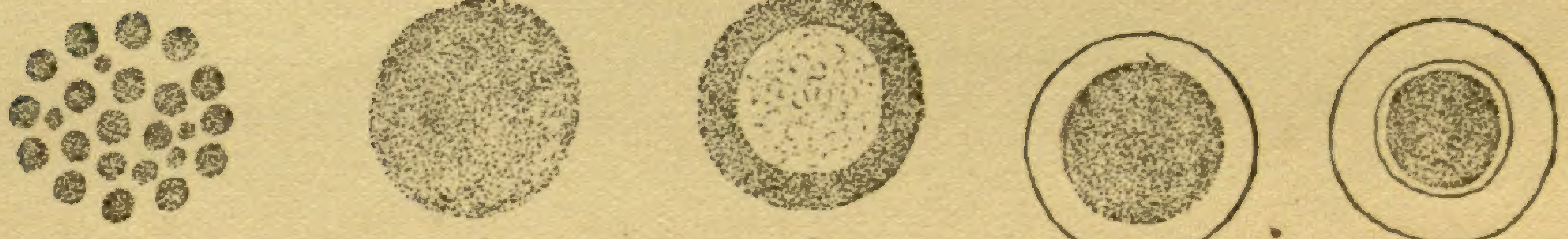
Sporodinia grandis.



10

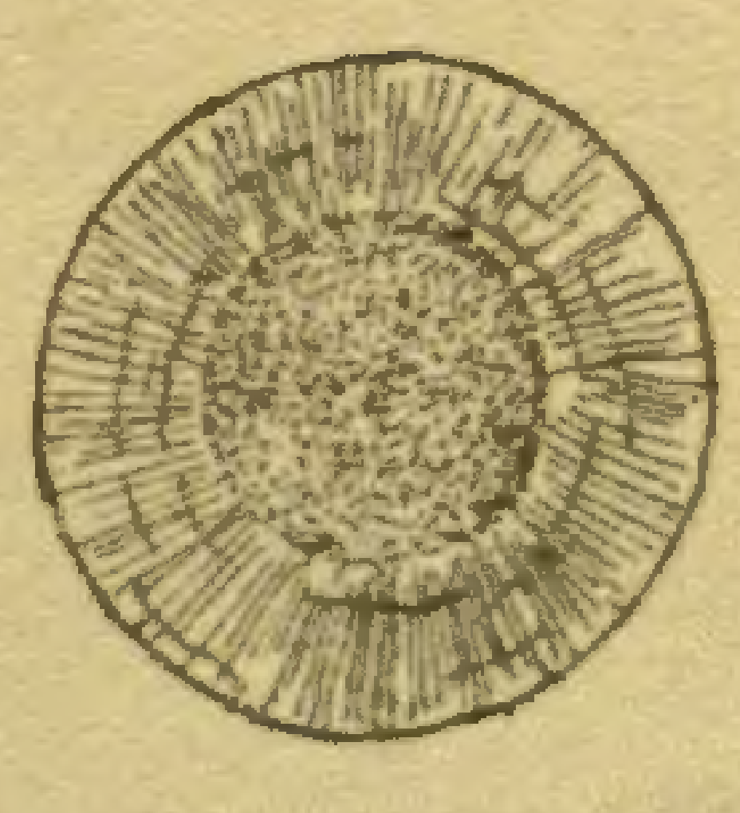


11

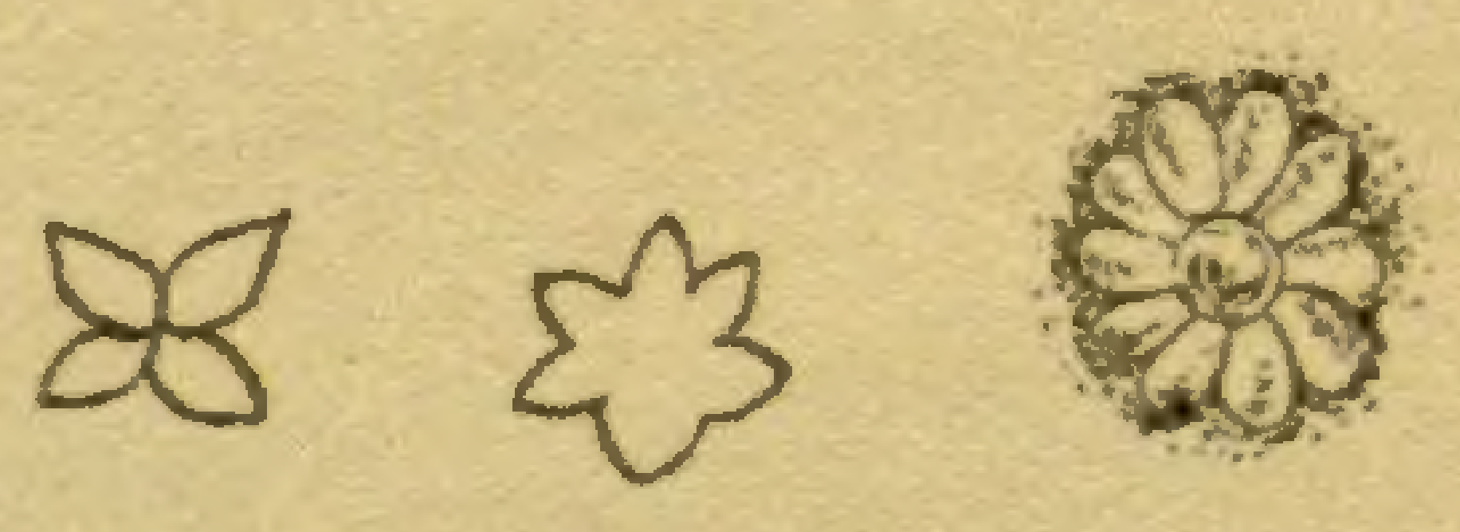


a b c d e

14



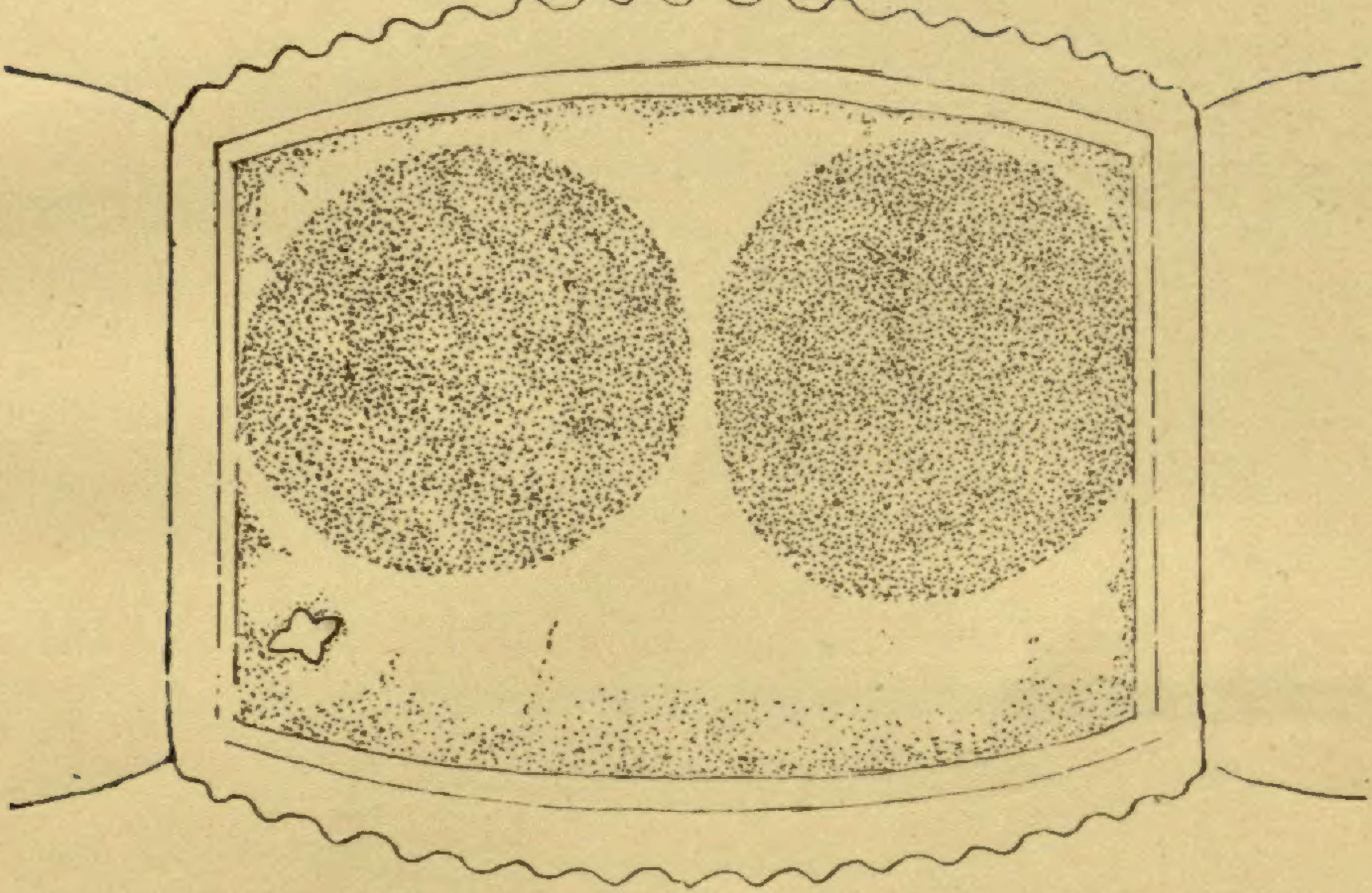
13



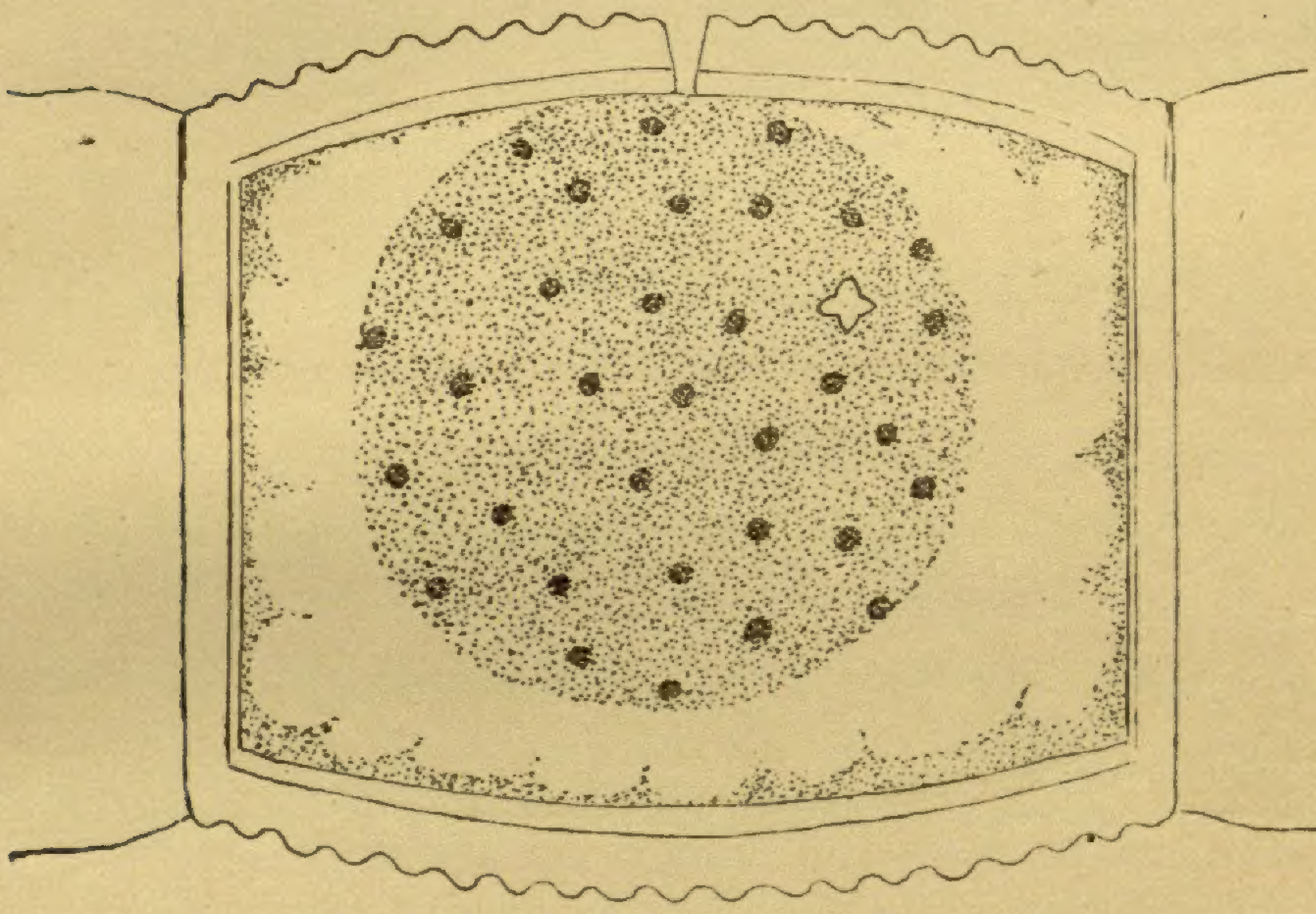
12

Maur. Léger del. Imp. Le Bigot. Bordier sc.

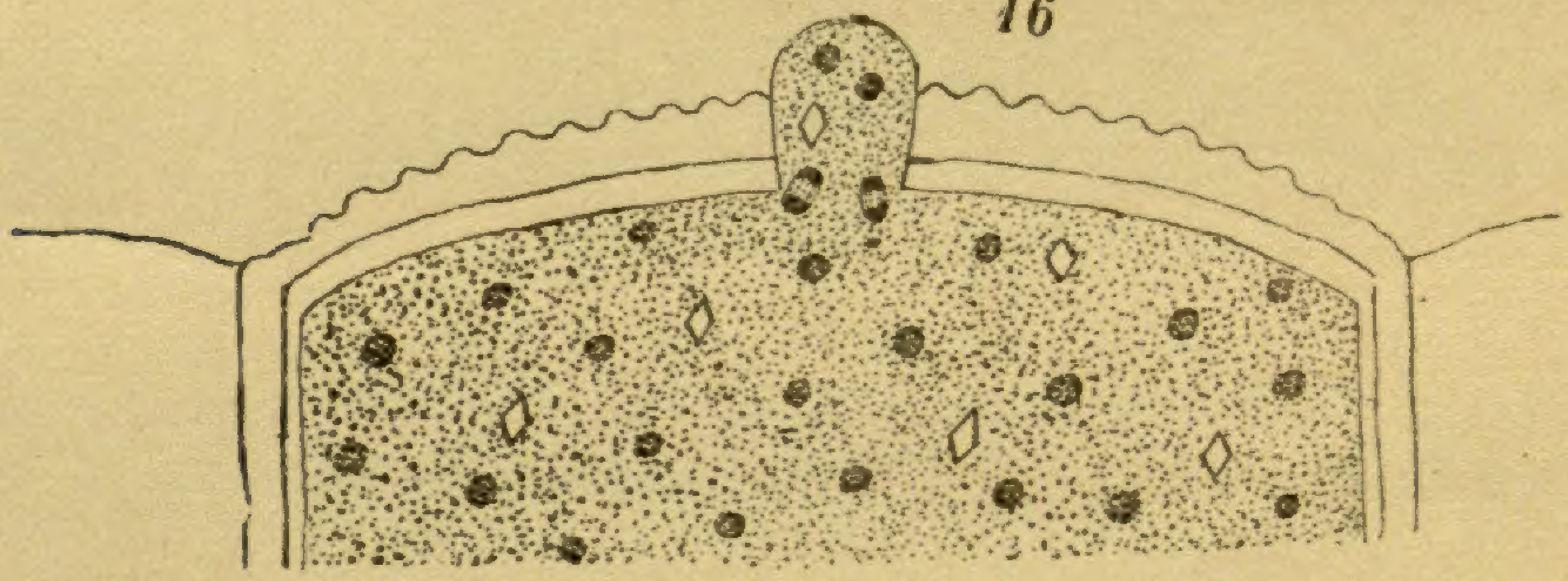
Sporodinia grandis.



15



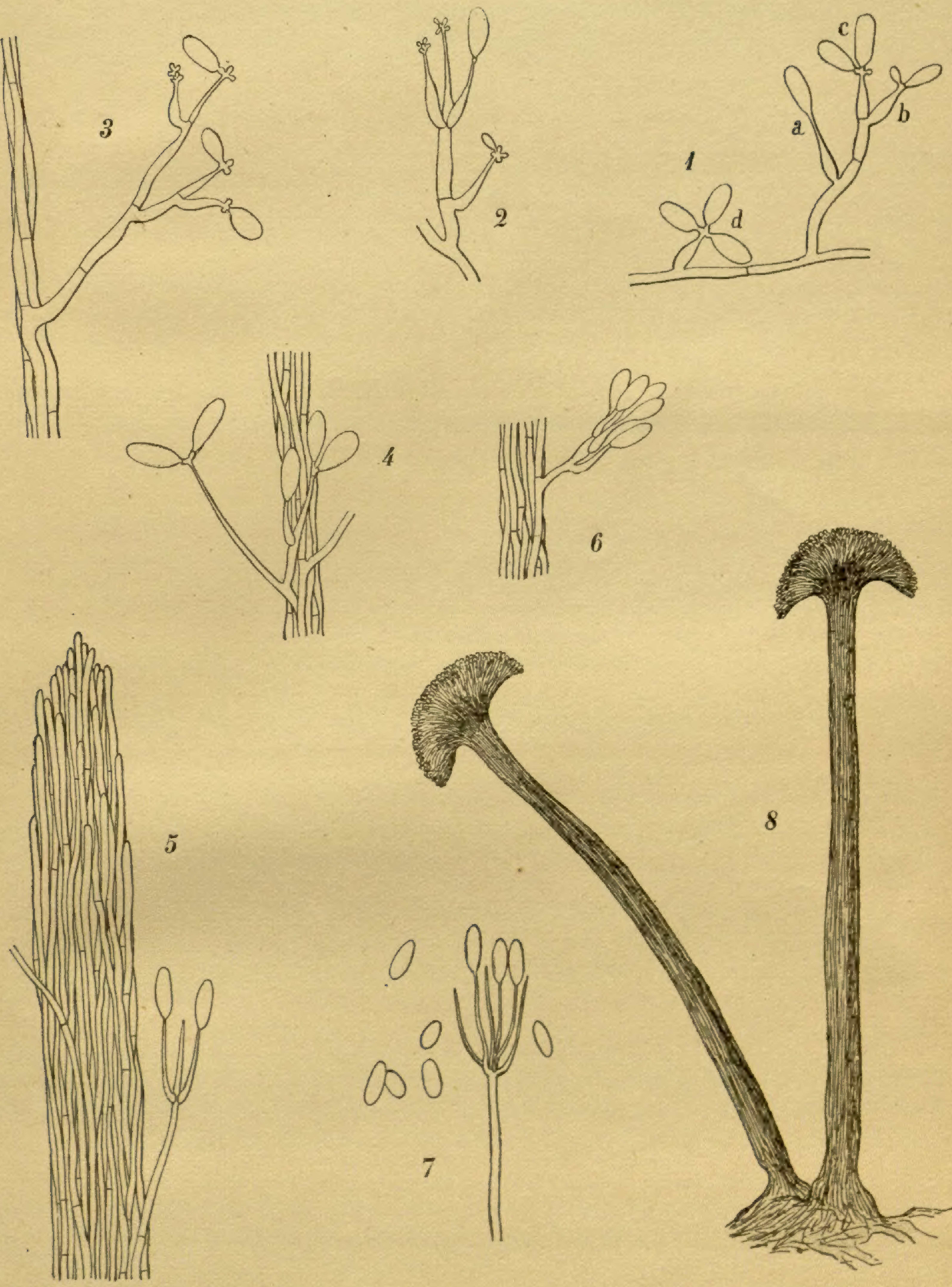
16



17

Maur. Léger del. *Imp. Le Bigot.* *Bordier sc.*

Sporodinia grandis.


3
2
c
b
a
1
d
4
6
5
8
7

L. Matruchot del. Imp. Le Bigot. Bordier sc.

Cladobotryum.